2e Année — No 11 — Octobre 1935

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

SOMMAIRE

La visibilité horizontale dans les colonies françaises.
- Généralités.
- Etude d'un dispositif de mesure.
- Afrique Occidentale Française.
- Afrique Equatoriale Française.
- Cameroun.
- Indochine.
- Côte Française des Somalis.
- Brume sèche à Zinder.
- Vents de sable à la Côte Française des Somalis.

Notes et informations.

Bibliographie.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro : 6 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur,

11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

-:- Téléphone : Odéon 32-70 -:-

Chèques postaux : Paris 428.81

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. . .	35 francs.
ETRANGER	40 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse
doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix de la collection 1934 . . . . . 45 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies*, et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

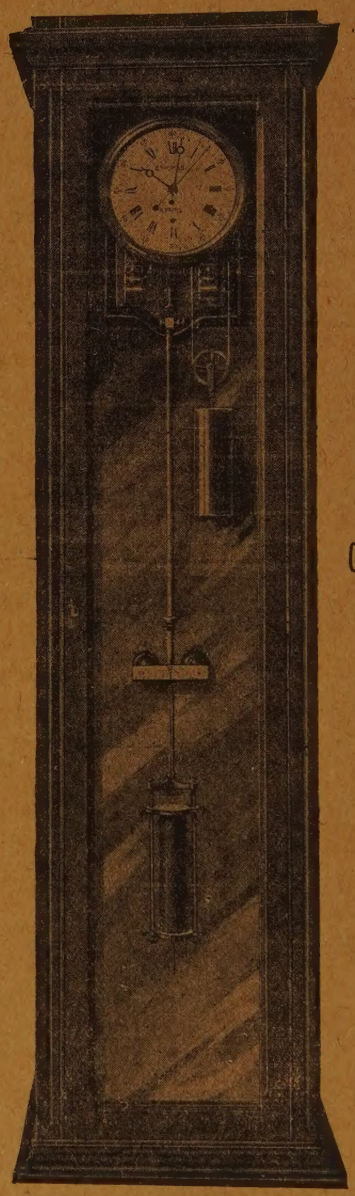
Les numéros de l'année 1935 sont publiés à l'aide de subventions de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences) et de l'Académie des Sciences Coloniales et de subventions officielles.

J. AURICOSTE

Horloger de la Marine de l'État :
de l'Observatoire du Bureau des Longitudes
et du Service Géographique de l'Armée

10, Rue La Boëtie, **PARIS**

Téléph. : Anjou 25-60



Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION
:-: PENDULES ASTRONOMIQUES :-:
:-: CHRONOMÈTRES DE MARINE :-:
CHRONOGRAPHES-COMPTEURS
:-: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :-:
Construction — Réparations

GÉNÉRALITÉS SUR LA VISIBILITÉ HORIZONTALE AUX COLONIES

I. — Considérations pratiques

Pendant fort longtemps, les météorologistes ne se sont guère occupés de la visibilité horizontale. C'est du reste un sujet qui n'est pas encore traité dans beaucoup d'ouvrages didactiques relativement récents.

Pour les seuls cas où la transparence de l'atmosphère était très fortement diminuée, du fait du brouillard, par exemple, on avait simplement coutume d'enseigner qu'on devait évaluer l'opacité de celui-ci par la distance à partir de laquelle il masquait les objets : « On appellera brouillard de 50 m., 100 m., etc., celui qui empêchera complètement de discerner les objets placés à 50 m. ou 100 m. (1). »

C'est en partant de cette règle expérimentale que, plus tard, on a traduit, numériquement, ce qu'on a appelé la *visibilité horizontale*, par la distance à laquelle les objets sont masqués ou tout au moins, comme le pensent certains auteurs, ne sont plus vus nettement.

Cette appréciation de la « visibilité horizontale » correspond à une impression visuelle banale, élémentaire, mais ce n'est pas une définition. Avant d'aborder celle-ci, il convient d'indiquer que la *visibilité horizontale*, au sens des météorologistes, *est très différente de la visibilité tout court.* Celle-ci est un caractère propre à certains objets placés sous des conditions physiques déterminées par rapport à l'observateur, et pour lequel l'élément distance peut n'avoir qu'une importance très relative : une faible lumière, bien visible la nuit, ne le sera plus en plein jour, toutes choses égales d'ailleurs. Au contraire la visibilité horizontale des météorologistes, qui se traduit toujours par une distance, ne paraît être qu'*une appréciation subjective, pour des fins pratiques et dans des conditions courantes d'éclairage naturel, du degré d'opacité de l'atmosphère au voisinage du sol et dans un plan grossièrement horizontal.*

II. — Les caractères pratiques de la visibilité horizontale

C'est une *appréciation subjective.* Elle est avant tout fonction de l'acuité et de la fatigue visuelles de l'observateur. Elle peut être notablement différente, pour le même moment, suivant que l'observateur regarde avec un œil ou avec l'autre, ou avec les deux à la fois. Elle varie à plus forte raison dans de très grandes proportions, d'un individu à l'autre. Par conséquent, tout ce qu'on peut espérer est que le chiffre distance donné par un observateur, dans chaque cas particulier, corresponde à une moyenne.

Les indications relatives à la visibilité ont toujours un *but pratique* : permettre aux marins et aux aviateurs, notamment, de reconnaître les repères d'une route, d'éviter les obstacles, d'entrer dans un port, etc. Or les marins peuvent être de simples pêcheurs à qui l'on ne saurait imposer des dispositifs compliqués pour apprécier la visibilité horizontale. Quant aux pilotes la rapidité même de leurs manœuvres leur interdit l'utilisation d'un semblable matériel. C'est pourquoi, pour le moment, la visibilité horizontale, considérée du point de vue pratique, paraît devoir rester dans le domaine de l'observation directe, chacun se contentant des moyens d'approximation qu'il possède (1).

L'appréciation de la visibilité horizontale doit se faire dans *des conditions d'éclairage naturel*, c'est-à-dire à la lumière du jour et en utilisant comme repères des éléments importants du paysage.

A propos de ces derniers, il est évident que la brillance des différents objets du paysage constitue un élément essentiel de leur visibilité au sens strict. Mais il est clair qu'au point de vue pratique, pour éviter des obstacles par exemple, on ne peut se baser — actuellement du moins et plus spécialement dans les pays neufs — sur les éléments ayant le maximum de brillance : une vitre réfléchissant momentanément les rayons du soleil, par exemple. De même, des murs très blancs ou des sommets de monuments se détachant dans le ciel ne doivent pas être utilisés. Ce sont des repères exceptionnels que souvent le marin ou l'aviateur ne voient pas du tout avec le même

(1) Angot (Alfred). — *Traité élémentaire de météorologie*, p. 216.

(1) Ceci n'interdit pas d'envisager l'utilisation ultérieure de moyens optiques particuliers — cellules photoélectriques, rayons infra-rouges, etc. — pour se diriger dans des conditions de visibilité défectueuse.

éclairement que l'observateur météorologiste, et qui de ce fait, ne devraient pas être employés comme éléments d'appréciation de la visibilité horizontale.

C'est pourquoi, à mon avis, cette appréciation doit porter sur des masses relativement importantes — étendues — du paysage. Ceci implique de rechercher les objets de brillance moyenne et d'écarter ceux qui sont exceptionnels ou trop petits. On choisira, par exemple, de préférence, les terrains nus, les bouquets d'arbres, les groupements d'habitations, les falaises, les lignes de hauteur, etc. Il faut admettre, en somme, que les objets servant à apprécier la visibilité horizontale auront une valeur angulaire d'au moins un degré, notablement plus si c'est possible, et qu'ils auront une couleur et une tonalité moyennes dans le paysage (1).

L'appréciation de la distance devra encore se faire en tenant compte du but pratique à atteindre : la reconnaissance d'une route déterminée. C'est pourquoi il vaut mieux donner comme chiffre la limite à partir de laquelle les masses d'objets considérées deviennent floues, cessent d'être distinctes les unes des autres, et non pas la limite à partir de laquelle on ne voit plus rien. L'inconvénient de cette règle est toutefois qu'elle laisse une grosse incertitude dans l'interprétation.

Ainsi la « visibilité horizontale » des météorologistes traduit avant tout, en distance, le degré de transparence — ou plus exactement le *degré d'opacité* — de l'atmosphère, comme cela se produit notamment pour les cas de brouillard. C'est bien, en effet, de l'opacité qu'il s'agit, puisqu'on demande une précision d'autant plus grande que la visibilité est moins bonne.

Sans doute des éléments physiques autres que l'opacité interviennent dans cette visibilité (composition de la lumière, diffusion de la lumière, etc.). Leur importance n'est pas négligeable et leur étude se justifie pleinement, au moins du point de vue spéculatif, mais, surtout dans les pays neufs, ils apparaissent d'une importance secondaire par rapport à l'opacité de l'atmosphère.

Il ne paraît pas superflu d'indiquer qu'il convient toujours d'apprécier cette opacité au voisinage du sol et dans un plan grossièrement horizontal. Certains observateurs s'y trompent en effet.

Par *voisinage du sol*, il faut entendre naturellement une couche d'au moins une dizaine de mètres et au besoin davantage, mais plus spécialement les quelques mètres de hauteur dans lesquels peut se trouver soit un pilote de bateau, soit un aviateur au moment de l'atterrissage. De même le plan dans lequel se fera l'appréciation sera *grossièrement horizontal*, à un petit nombre de degrés près, sans que cela ait besoin d'être précisé (1). Enfin, si, comme il arrive quelquefois, la visibilité est très différente dans plusieurs directions, et qu'on ne puisse indiquer qu'un seul chiffre, c'est évidemment le plus faible qu'il faudra choisir.

III. — Causes de variation de la visibilité horizontale

D'importants travaux effectués au cours des dernières années avaient amené à considérer que la visibilité horizontale était fonction du nombre de gros ions en suspension dans l'atmosphère. De très récentes observations n'ont pas confirmé cette manière de voir (pas plus d'ailleurs qu'une relation directe avec le nombre des petits ions ou des noyaux de condensation) ; elles ont montré que la visibilité était en « relation étroite avec le nombre des particules » (2). Ceci établit bien que, même du point de vue purement physique, l'expression visibilité horizontale doit être prise dans le sens de transparence — ou mieux d'opacité — de l'atmosphère.

Il y a, de toute évidence, dans la relation ci-dessus, une base très solide pour les études ultérieures et pour des mesures précises de la visibilité horizontale dans les stations météorologiques, du moins quand il s'agit d'apprécier la visibilité horizontale dans un rayon limité autour de ces stations.

IV. — Mesure de la visibilité horizontale aux colonies

Toutefois en attendant qu'une méthode simple et en quelque sorte instantanée permette le dénombrement des *particules* (3) et, par voie de conséquence, l'appréciation facile et sûre de la visibilité horizontale, il semble bon de s'en tenir, dans les colonies

(1) L'appréciation de la visibilité horizontale basée par exemple sur l'observation d'un ballon pilote doit être rejetée.

(1) Quand une vallée où l'on se trouve est dans la brume ou dans le brouillard et que les sommets, au contraire, se détachent dans le lointain, ce ne sont évidemment pas ces derniers qui doivent servir à apprécier la visibilité horizontale.

(2) Mme Odette Thellier. — *Noyaux de condensation et particules en suspension dans l'atmosphère. C. R. Ac. Sc.*, t. 201, p. 348.

(3) Produits solides, poussières, fumées, débris, etc., de très petites dimensions, dont le nombre est déterminable au microscope.

françaises, au procédé, si simple, qui consiste à apprécier, à la vue, au moyen de repères appropriés, la distance à partir de laquelle les objets ne sont plus vus nettement (1).

Si étonnant que cela puisse paraître, il y a des stations coloniales où il est impossible d'employer ce procédé. C'est le cas notamment pour beaucoup de stations maritimes où, vers l'intérieur des terres, le champ visuel est limité, et où, vers le large, l'absence de repères rend toute appréciation impossible.

Or, pour les observateurs de telles stations, il importe de pouvoir fournir des indications sur la visibilité horizontale, surtout lorsque celle-ci est faible et par suite peut être de nature à causer des accidents.

Si l'on estime à 5 kilomètres environ la valeur à partir de laquelle la visibilité horizontale rend les déplacements difficiles — du moins en avion — il semble que l'appréciation de cette dernière reste possible à condition d'avoir devant soi un champ visuel terrestre de l'ordre d'un kilomètre de longueur.

D'abord pour toutes les valeurs inférieures à 1 kilomètre, l'observation directe fournira tous les renseignements nécessaires. Pour les valeurs comprises entre 1 et 5 kilomètres, il semble qu'on pourra se faire une opinion satisfaisante de l'opacité de l'atmosphère en tenant compte de cette considération que tous les dessins d'un paysage situés à une même distance de l'observateur ne s'effacent pas en même temps et que les silhouettes dans le ciel disparaissent les dernières.

Des essais basés sur cette particularité ont été effectués d'abord en essayant d'évaluer la visibilité d'après la distance à laquelle disparaissaient des fils ou des lignes très fines, puis des signes inscrits sur des fonds de couleurs différentes. Les résultats les plus satisfaisants sont ceux que j'ai obtenus en considérant de larges panneaux (murs) portant, ton sur ton, des reliefs (de vastes dimensions, afin d'éviter la fatigue de l'œil), mais se différenciant assez peu sur le fond.

Dans des conditions d'éclairage comparables, on voit par exemple les reliefs disparaître à 800 mètres de distance pour une visibilité de 5 kilomètres, et à 250 mètres de distance pour une visibilité de 2 kilomètres. En partant de ces observations, il paraît facile, dans une station où le champ visuel est limité à 1 kilomètre, de constituer une série de repères assez grands, mais peu voyants, grâce auxquels la visibilité horizontale sera facilement appréciée chaque fois qu'elle sera comprise entre 1 et 5 kilomètres.

Ces repères pourraient être constitués par certains troncs d'arbres, dans une région à végétation suffisamment dense, par des pierres réparties sur un sol de même teinte, etc., etc. La disparition de certains détails permettrait de traduire la valeur de la visibilité horizontale d'après une échelle empiriquement établie.

Il est bien évident que la méthode préconisée ci-dessus implique, à partir du lieu d'observation, une certaine uniformité de l'opacité de l'atmosphère, au moins sur quelques kilomètres, ce qui est d'ailleurs la règle.

V. — Cartes la visibilité horizontale

Pour trois des études présentées ci-dessous et se rapportant à l'A. O. F., au Cameroun et à l'A. E. F., MM. les Ingénieurs-Météorologistes Barberon, Hilaire et Devauges ont établi des cartes très intéressantes donnant la répartition générale de la visibilité dans ces pays respectifs pour des heures différentes et pour chaque mois.

Le trop grand nombre de ces documents ne permettant pas leur insertion dans ces *Annales*, j'ai été amené à leur substituer des cartes englobant l'ensemble des territoires étudiés et indiquant simplement le nombre des jours de mauvaise visibilité horizontale par mois, en 1934 (visibilité inférieure à 2 kilomètres) (Voir pages 141 à 143).

La série présentée ici est non seulement beaucoup moins complète que celles établies par MM. Barberon, Hilaire et Devauges, mais encore mes cartes sont aussi beaucoup moins précises puisque des renseignements par points ont été substituées aux courbes. Je m'excuse, vis-à-vis des auteurs, des modifications apportées à leur travail, mais celles-ci m'ont paru nécessaires pour éviter de laisser croire au lecteur que la visibilité horizontale est un élément météorologique continu, et que nos connaissances relativement à ce phénomène sont définitives.

Il m'a paru bon d'établir, pour l'Indochine, des cartes semblables à celles de l'Afrique. Il s'agit, là encore, de documents provisoires (pp. 144-146).

Il semble inutile d'accompagner ces documents de commentaires. Leur simple examen montre déjà, ce qui est important, qu'il y a des localités où la visibilité est mauvaise pendant de longues périodes et qu'il y a des zones — parfois très étendues en lati-

(1) La méthode, très intéressante, préconisée par M. H. Grisollet (*Ann. Services techniques de la ville de Paris*, t. XIV, Météorologie, 1933, p. 37) et basée sur la détermiationn, au photopolarimètre d'Arago, du rapport entre la brillance des objets et la brillance du fond, paraît trop délicate pour pouvoir être appliquée aux colonies.

tude — également de mauvaise visibilité, soit permanente, soit saisonnière (1).

Cette mauvaise visibilité est tantôt imputable à des conditions géographiques particulières (voisinage de la mer, d'un cours d'eau, d'un lac ; altitude élevée, etc.) ; ou bien est en relation avec un développement particulier de la végétation (grande forêt, par exemple) ; ou encore se rattache à des conditions météorologiques spéciales (zones de calmes ; — différences notables entre la température de l'air et celle de la mer, etc.). Il n'y a du reste pas lieu d'entrer ici dans les détails, puisque ceux-ci se trouvent examinés, avec toute la compétence désirable, dans les articles qui suivent, signés par plusieurs de mes excellents collaborateurs.

Henry HUBERT.

(1) Pour l'ensemble de nos colonies les principales de ces zones sont : en Amérique, Saint-Pierre et Miquelon ; — en Afrique occidentale et équatoriale, le nord de ces colonies et les environs du 4e-6e parallèles ; — en Indochine, l'Annam septentrional, le Tonkin et le haut Laos.

A propos des cartes présentées ici on se rappellera que la mauvaise visibilité (moins de 2 kilomètres) se rapporte presque toujours aux premières heures de la journée et qu'elle s'améliore souvent très largement dans les heures qui suivent.

Etude d'un dispositif de la visibilité horizontale

La visibilité, élément essentiel pour la navigation aérienne, est peut être une des données météorologiques les plus difficiles à définir exactement et à chiffrer. Cela tient en partie à son caractère physiologique, l'œil étant l'instrument utilisé.

Actuellement, sauf pour la visibilité astronomique, peu d'études ont été faites sur la visibilité.

La visibilité d'un objet dépend de sa brillance, de la transparence de l'air et de la faculté de l'œil à apprécier la lumière reçue. De ces trois facteurs le premier et le dernier doivent être tout de suite considérés.

La brillance dépend du flux lumineux qui tombe sur l'objet, donc de l'état du ciel et de la position du soleil. (La visibilité est meilleure pour un observateur tournant le dos au soleil que pour un observateur lui faisant face. Une éclaircie sur des objets lointains peut les rendre visibles). Elle dépend aussi de son pouvoir réfléchissant dans la direction de l'observateur. (Une glace réfléchissant le soleil dans l'œil de l'observateur est visible de très loin). Remarquons également que l'influence de la brillance explique le phénomène se produisant quelques fois par brume élevée : d'un avion ne voyant pas le sol d'où on le voit ou le phénomène inverse.

La sensibilité de l'œil à apprécier la lumière reçue, dépend de la vue plus ou moins perçante de l'observateur (un marin voit très loin). L'œil perçoit des brillances très variables : soleil 147.000 bougies/cm² ; la plus petite brillance perceptible sur une large surface sur fond parfaitement noir dans la nuit complète paraît être de l'ordre de 10^{-10} bougies/cm². Mais sa sensibilité est fonction de l'éclairement du lieu où il est placé ; « l'éblouissement » intervient. De l'extérieur à une certaine distance on ne voit rien d'une salle éclairée par une seule fenêtre. Au contraire, la nuit de la même distance cette salle éclairée par une bougie sera très visible.

Ces faits rappelés rapidement passons en revue ce que peut nous donner la physique moderne pour l'étude de la visibilité.

Données actuelles fournies par la physique sur la visibilité. — Considérons un objet à une distance X de l'œil de l'observateur, et partant de cet objet un faisceau de rayons lumineux parallèles, monochromatiques de longueur d'onde λ. ayant une intensité I_0 dans la direction de l'observateur. Soit I l'intensité arrivant à la surface de l'œil. La formule de Bouguer (1) complétée par celle de Lord Rayleigh (2) permet d'écrire : e étant le nombre de Neper

$$I = I_0 \, e^{-\frac{kx}{\lambda^4}}$$

(1) La variation d'intensité dI d'un faisceau parallèle produite par la traversée d'une épaisseur dx est proportionnelle à cette intensité I et à l'épaisseur traversée

$$dI = -k\,I\,dx$$

d'où :

$$I = I_0 \, e^{-kx}$$

k étant un coefficient de transparence variable avec la substance traversée et la longeur d'onde λ de la lumière et x l'épaisseur traversée.

(2) L'intensité dans la direction incidente après la traversée d'un diffuseur trouble d'épaisseur x est donnée par :

$$I = I_0 \, e^{-\frac{kx}{\lambda^4}}$$

k étant une constante qui dépend des propriétés des particuliers diffusantes et du milieu transparent dans lequel se trouvent les particules. Ces particules ayant par hypothèse des dimensions négligeables par rapport à la longeur d'onde λ.

Si les molécules n'ont plus des dimensions négligeables par rapport à la longueur d'onde, il faut remplacer l'exposant 4 de λ dans la formule par des valeurs positives n inférieures à 4.

ou encore :

$$x = \frac{\lambda^4}{K}\left[\text{Log } I_0 - \text{Log } I\right]$$

K étant un facteur de transparence dépendant de la substance employée et de la longueur d'onde.

Cette formule nous permet de définir la visibilité pour un récepteur énergétique quelconque (œil, plaques photographiques, cellules photoélectriques, bolomètres). La visibilité, pour un récepteur et une longueur d'onde λ déterminés, une atmosphère de K connue, pour une brillance au départ B_0, est la distance X donnée par la formule

$$x = \frac{\lambda^4}{K}\left[\text{Log } B_0 - \text{Log } B_1\right]$$

telle que B_1 soit la plus petite brillance perceptible par le récepteur dans les conditions où il est placé (éblouissement de l'œil).

La visibilité varie avec la longueur d'onde λ employée, par le terme en λ^4 qui dépend de la diffraction et par le terme K qui dépend de l'absorption. Etudions ces deux cas :

a) Terme en λ^4. — La visibilité diminue très rapidement par suite de la diffraction avec la longueur d'onde. C'est ce terme qui explique le bleu du ciel et la teinte rouge du soleil couchant.

b) Terme K. — Très important car l'absorbtion est très variable avec la longueur d'onde λ et la composition de l'air.

L'absorption peut être presque totale pour de grosses épaisseurs pour des longueurs d'ondes situées dans les bandes d'absorbtion des gaz constituant l'atmosphère (Raies telluriques).

La vapeur d'eau semble avoir de grandes bandes d'absorption (bande de la pluie de Brewster) ainsi que le gaz carbonique. L'ozone est en trop faible quantité dans l'atmosphère inférieure pour qu'elle produise une absorbtion importante.

En choisissant des plaques photographiques sensibles à de grandes longueurs d'onde (infra rouge λ^4 grand) et non situées dans les bandes d'absorption des gaz atmosphériques (K petit) on arrive à téléphotographier des objets terrestres situés à des distances très grandes, 100 kilomètres et plus.

Comme il n'est pas nécessaire d'étudier la visibilité pour chaque longueur d'onde, nous définirons la visibilité usuelle par la valeur

$$x = \alpha\left[\text{Log } B^0 - \text{Log } B_1\right] = \alpha\, m$$

B_0 étant la brillance visuelle de la source pour la lumière venant à l'œil ;

B_1 la plus petite brillance perceptible par l'œil dans les conditions de l'absorption ;

α étant un coefficient de transparence qu'il s'agira de mesurer.

Remarques. — On pourrait étudier évidemment des visibilités photographiques, photovisuelles, et pour chaque genre de cellules photoélectriques.

Par le moyen d'écrans colorés, il serait utile d'étudier les coefficients de transparence et la visibilité pour des régions limitées du spectre.

La visibilité dépend de B_0 et B_1. Voici quelques chiffres pris dans les *Leçons de photométrie* de M. Fabry :

Une route blanche au soleil au maximum	3 bougies/cm²
Une route blanche éclairée par la pleine lune	610^{-6} —
Une route blanche éclairée par la lumière du ciel nocturne	10^{-8} —

Log B_0 variera donc entre :

$-\infty$	nuit complète
$-\frac{8}{M} = -18$	ciel nocturne
$-\frac{5}{M} = -11$	pleine lune
$\frac{0{,}48}{M} = -1{,}1$	plein soleil

Remarquons que Log B_1 variera dans le même sens et nous pouvons admettre que :

$$\text{Log } B_0 - \text{Log } B_1 = m$$

varie entre 0 (nuit complète) et 15 (plein soleil tropical) ; les variations de ce facteur en plein jour dans le cours d'une journée seront relativement faibles.

En résumé, la visibilité est le produit de deux facteurs, l'un α défini par :

$$\alpha = \frac{x}{\text{Log } B_0 - \text{Log } B}$$

et l'autre m défini par :

$$m = \text{Log } B_0 - \text{Log } B_1$$

Il s'agit de les évaluer.

Mesure du coefficient de transparence α. — Nous venons de voir que :

$$(1) \qquad \alpha = \frac{x}{\text{Log } B_0 - \text{Log } B}$$

D'où deux groupes de méthodes.

1° On connaît exactement B_0 (source ayant une

radiance connue dans la direction donnée). B se détermine par une mesure : x est facilement connu, d'où immédiatement α.

On pourrait employer le dispositif suivant : la source de B_0 est une lampe s placée devant le photomètre p, on fait une mesure de B_0 directement et de B après réflexion dans une glace M placée à 800 mètres environ.

2° On ne connaît pas exactement B_0 (source électrique à courant variable, objet éclairé par le soleil, etc) :

a) On place deux sources *identiques* (deux mêmes lampes électriques s et s' traversées par le même courant que l'on suppose constant pendant la durée des deux mesures. Deux murs identiques s et s' éclairés de la même façon par le soleil, etc.) à distances connues x et x' du photomètre. Nous aurons des brillances B et B', et il vient

$$\alpha = \frac{x}{\text{Log } B_0 - \text{Log } B}$$

$$\alpha = \frac{x'}{\text{Log } B_0 - \text{Log } B'}$$

d'où :

$$\alpha = \frac{x - x'}{\text{Log } B' - \text{Log } B}$$

b) On emploi une source I_0 et on place sur le trajet du faisceau lumineux un dispositif d'affaiblissement d'épaisseur h à une distance d du photomètre qui diminue dans un rapport connu β l'intensité qu'il transmet.

Si x est toujours la distance de la source S au photomètre P, l'intensité lumineuse du faisceau en A est :

$$I' = I_0 e^{-\frac{x-d-h}{\alpha}}$$

en B à la sortie du dispositif d'affaiblissement elle sera :

$$I'' = \beta I' = \beta I_0 e^{-\frac{x-d-h}{\alpha}}$$

et enfin au photomètre l'intensité du rayon reçu sera :

$$(2) \quad I_\beta = I'' e^{-\frac{d}{\alpha}} = \beta I_0 e^{-\frac{x-d-h}{\alpha}} \times e^{-\frac{d}{\alpha}} = B I_0 e^{-\frac{x-h}{\alpha}}$$

Remarquons immédiatement que la position du dispositif d'affaiblissement sur le trajet du faisceau lumineux n'intervient pas dans l'intensité reçue.

On a facilement un éliminant I_0 entre (1) et (2) :

$$\frac{I_\beta}{I} = \beta \frac{e^{-\frac{x-h}{\alpha}}}{e^{-\frac{x}{\alpha}}} = \beta e^{\frac{h}{\alpha}}$$

D'où l'on tire :

$$\alpha = \frac{h}{\text{Log } \frac{I_\beta}{\beta I}}$$

Cette méthode paraît, à première vue, très simple, mais se heurte semble-t-il à des quasi impossibilités pratiques. En effet, si h est faible, même de l'ordre de quelques mètres, le logarithme de $\frac{I_\beta}{\beta I}$ est voisin de 0, c'est-à-dire que α est très mal déterminé ; en effet, en considérant les erreurs absolues comme des différentielles on trouve facilement que :

$$\left|\frac{d\alpha}{\alpha}\right| \leq \left|\frac{dh}{h}\right| + \left|\frac{\beta I d I_\beta - I_\beta (I d\beta - \beta d I)}{\beta I I_\beta \text{ Log } \frac{I_\beta}{\beta I}}\right|$$

ou encore :

$$\left|\frac{d\alpha}{\alpha}\right| \leq \left|\frac{dh}{h}\right| + \left|\frac{d I_\beta}{I_\beta \text{ Log } \frac{I_\beta}{\beta I}}\right| + \left|\frac{d I}{I \text{ Log } \frac{I_\beta}{\beta I}}\right| + \left|\frac{d\beta}{\beta \text{ Log } \frac{I_\beta}{\beta I}}\right|$$

Le premier terme en $\left|\frac{dh}{h}\right|$ peut être sans difficulté rendu négligeable. Quant au reste du second nombre on voit qu'il a encore au dénominateur le facteur

$$\text{Log } \frac{I_\beta}{\beta I} = \frac{h}{\alpha}$$

or, pour une visibilité moyenne de 20 kilomètres et $m = 10$ nous avons $\alpha = \frac{20.000\text{ m}}{10} = 2.000\text{m}$ par suite si l'on admet une erreur de $\frac{1000}{1}$ pour $\left|\frac{d I}{I}\right|$ et $\left|\frac{d I_\beta}{I_\beta}\right|$ ce qui est excellent comme mesure ; l'erreur relative pour α sera :

$$\frac{d\alpha}{\alpha} \leq 2 \frac{2000}{1000} = \frac{4}{h}$$

si l'on veut que celle-ci soit inférieure à $\frac{1}{10}$ il faut que $h = 40$ m. Ce qui rend cette méthode impossible.

Mesure du coefficient d'éclairement $m = \text{Log } B_0 - \text{Log } B_1$. — La méthode consiste à mettre sur le trajet du rayon venant de la source un dispositif de gradation de l'intensité dont on réglera l'absorbtion jusqu'à la quasi extinction de la source ; β étant la diminution réalisée de la brillance nous aurons :

$$B_1 = B\beta$$

et il vient :

$$m = -\text{Log } \beta$$

Si B_0 est fournie par une source artificielle (lampe)

pour un coefficient α de transparence donné de l'atmosphère ; B_1 varie dans le même sens que l'éclairement du ciel. B_0 est fixe, par suite m et la visibilité $m\alpha$ diminuent lorsque l'éclairement global du ciel augmente. L'on arriverait ainsi à des visibilités plus grandes la nuit que le jour.

Il faut donc prendre pour source de B_0 un objet éclairé par la lumière naturelle.

La méthode la plus simple consiste à regarder directement des objets *proches* à travers un dispositif réglable d'affaiblissement (plaques de verre neutre uniforme et coin photométrique). Soit β le facteur d'absorption de ce dispositif l'on a :

$$m = -\operatorname{Log}\beta$$

Il faudra éviter de se placer dans l'obscurité ou dans un endroit sombre et que la lumière du soleil ou une trop grande réverbération frappent l'œil ou le dispositif d'affaiblissement.

Dispositif proposé. — L'étude rapide précédente permet de voir les avantages de la méthode qui va suivre.

Deux murs blancs parallèles de revêtements identiques (peints à la chaux) sont placés l'un (grand mur 3 m. sur 3 m.) à 1.500 mètres ou 2 kilomètres et l'autre (petit mur 1 m. 50 sur 1 m.) à quelques mètres du photomètre. La méthode est basée sur la même brillance de ces deux murs à chaque instant ; il faudra donc éviter de faire des mesures si l'un d'eux seul est éclairé par le soleil.

Si B_0 est la brillance du petit mur (le plus proche) et B celle du grand mur et si x est la distance des murs

$$\alpha = \frac{x}{\operatorname{Log} B_0 - \operatorname{Log} B} = \frac{M\,x}{\log B_0 - \log B}$$

log désigne des logarithmes vulgaires et Log des logarithmes népériens, M est le module des logarithmes vulgaires ; il est égal à 2,303.

m est mesurée à l'aide de la méthode indiquée plus haut.

$$m = -\operatorname{Log}\beta = -\frac{\log\beta}{M}$$

Et

$$\text{Visibilité} = -\frac{x\log\beta}{\operatorname{Log} B_0 - \operatorname{Log} B} = -\frac{x\operatorname{Log}\beta}{\log B_0 - \log B}$$

L'unité de visibilité pourrait être le kilomètre comme d'habitude.

Il serait intéressant de placer des écrans filtres monochromatiques étalonnés en angströns permettant de sélectionner à volonté la partie du spectre que l'on veut utiliser.

Pour l'étude de la transparence de l'atmosphère la nuit, deux lampes identiques (si ce sont des lampes électriques les placer sur un même circuit et faire trois mesures : première lampe, deuxième lampe et de nouveau première lampe, afin d'éliminer le plus possible les variations d'intensités dues au courant) placées à 2 kilomètres de distance dans la direction approchée du photomètre, m se détermine de la même façon qu'en plein jour.

Remarque : il n'est pas utile de faire des mesures absolues de B_0 et B, seul intervient le rapport $\frac{B_0}{B}$.

Photomètre et coin photométrique. — Les photomètres à écran diffusant sont à rejeter par suite de la faible valeur du flux venant de la source éloignée et tombant sur l'écran diffusant.

Les récepteurs à cellules photoélectriques sont également à rejeter par suite de leur sélectivité dans le spectre visible.

Un récepteur photographique serait excellent, puisqu'avec un écran, il peut remplacer l'œil, mais son emploi est assez compliqué et son prix est assez élevé.

Un photomètre sans écran diffusant de Fabry et Buisson, transportable et réalisé par Jobin, paraît tout indiqué pour faire ces mesures.

Résumé. — Les deux facteurs de visibilité : transparence de l'air α et éclairement produit par la lumière solaire m sont bien séparés et définis dans la courte étude précédente.

La méthode proposée de mesure est simple, ne nécessite pas un appareillage très compliqué et permet de mesurer et d'étudier séparément les facteurs m et α et la visibilité dans des stations dont la topographie ne permet pas les mesures directes habituelles.

CAUVET-DUHAMEL,

Ingénieur-météorologiste adjoint des Colonies.

La visibilité en A. O. F.

L'objet du présent travail est de donner une première idée des conditions de visibilité pour les différentes régions de l'A. O. F. et les différentes saisons. Le manque d'entraînement des observateurs non spécialistes (encore nombreux), les mutations fréquentes de ce personnel, la brièveté des périodes où les observations ont été faites, ne permettent pas de prétendre dès à présent à une précision rigoureuse. Mais le besoin pressant de données qui puissent faciliter l'étude et l'exploitation des lignes aériennes n'a pas permis de tarder davantage. On a dû cependant attendre jusqu'à ce jour pour compléter un cycle annuel d'observations de nombreuses stations avec les documents concernant la fin de l'hivernage de 1934.

DONNÉES NUMÉRIQUES

Avec l'ensemble des données ne rapportant à l'A. O. F. il a été possible d'établir des tableaux faisant ressortir, de 2 heures en 2 heures, les valeurs de la visibilité pour un certain nombre de stations. Les valeurs choisies sont 0—0,5—1—5—10—20 kilomètres. Ce sont les plus employées par les observateurs : certains même d'entre eux n'emploient même que ces nombres, ce qui montre combien la notion de visibilité est encore peu précise.

Ces tableaux, trop chargés pour être publiés ici, peuvent en tout cas servir de base à une étude de détail. Ils ont permis d'établir des cartes spéciales à l'A. O. F. (1).

I. — LES VARIATIONS DE LA VISIBILITÉ CAUSES. PRÉVISION LOCALE

(Renseignements fournis par les Chefs des Services météorologiques locaux)

Mauritanie

La saison d'octobre à mai est la plus favorable à la navigation aérienne ; les visibilités 50 kilomètres sont fréquentes. Les principales causes de mauvaise visibilité sont :

1° Les vents violents donnant des *vents de sable* (venant des dunes de l'Hammami, Mactеïr, Ourane. La visibilité tombe à 2 ou 3 kilomètres. Sa prévision locale est difficile. Cependant lorsque le vent a tourné à l'Est et a une tendance à fraîchir, on peut s'attendre à un vent de sable.

2° Le vent de sable passé, une *brume sèche* subsiste plus ou moins épaisse et qui tombe peu à peu si le temps est calme. La brume sèche semble toujours causée par un vent de sable, mais elle peut se manifester en des lieux où le vent de sable n'a pas été constaté, soit qu'elle s'étende plus que ce dernier, soit qu'elle continue à se déplacer quand il a cessé. Toutefois il semble que dans ce cas elle ne soit jamais bien épaisse. En général, la visibilité verticale reste bonne.

3° *Brumes locales* épaisses et glacées au dessus des Sebkrhas et le long de l'Assabat el Hassian. L'eau s'évapore pendant les journées chaudes et dépose du sel que les courants ascendants font monter en fines particules dans l'athmosphère. La nuit ces particules servent de noyaux de condensation pour l'humidité produite. Ces brumes doivent donc se rencontrer les lendemains matin de journées chaudes et calmes. Elles ne sont pas gênantes pour l'aviation car elles sont faciles à contourner.

4° *Les brouillards* qui couvrent souvent le littoral le matin et s'étendent jusqu'à 200 kilomètres à l'intérieur paraissent avoir une origine analogue.

De juin à septembre les grains et surtout les coups d'*Iniffi* (qui sont probablement des grains secs) rendent plus difficile la navigation aérienne. L'*Iniffi* est toujour chargé de sable et rend la visibilité presque nulle. Il semble venir des territoires du Sud de l'Algérie ou du Nord du Soudan. Malheureusement le petit nombre de stations dans ces régions, peu habitées, ne permet guère la signalisation de proche en proche et la prévision locale semble difficile.

Sénégal

Le Nord du Sénégal participe du climat de la Mauritanie quant à la visibilité : on a signalé en

(1) Ces cartes ont été utilisées pour l'établissement des documents présentés dans les pages 141 à 143.

hivernage des vents de sable à Louga et même à Tivaouane, mais il s'agit probablement de phénomènes locaux et de courte durée (tourbillons de sable soulevés par le vent lors d'un grain) car les stations environnantes ne donnent pas d'indications analogues. Au contraire, en hivernage, la visibilité est bonne en général.

En saison sèche, au contraire, la visibilité est souvent médiocre (brume) ou plus rarement mauvaise (brouillard). Les brouillards, surtout fréquents le matin, le long du littoral et encore plus sur les cours d'eau (Sénégal, Saloum, Casamance) se dissipent, en général avant midi. La brume elle-même semble s'éclaircir dans la journée et être plus dense au moment du minimum de température. Il ne paraît donc pas possible de l'appeler brume sèche, ou plutôt elle semble être une superposition de deux phénomènes : une brume sèche rarement épaisse et constante sur les particules de laquelle l'humidité se condense quelquefois dès le soir et surtout le matin, diminuant encore la visibilité. Ce fait rend très difficile la prévision des variations de la visibilité, des phénomènes opposés intervenant dans les conditions de ces variations. A Dakar on a cependant pu établir la règle suivante :

Quand le vent souffle le matin à 8 heures du secteur compris entre le N.-E. et l'E.-S.-E., le lendemain la visibilité de 8 heures sera en baisse, ou, si elle est déjà basse, elle restera basse toute la journée du lendemain.

Encore cette prévision est-elle loin d'être sûre si l'on n'a pas d'autres indices : on ne peut guère escompter que 65% de réussite si l'on se base sur ce signe seul.

Soudan

Il faut distinguer trois régions au Soudan :

1° *Partie Sud-Ouest* (*Satadougou, Bougouni*). — Cette région, qui semble divisée en deux par la vallée du Niger (voir plus loin), participe du climat de la Guinée ; brouillards matinaux fréquents en toute saison, brume abondante en saison sèche. Pluies fréquentes en hivernage rendant la visibilité souvent médiocre.

2° *Partie au Nord-Est de la boucle du Niger.* — Cette partie participe du climat du Niger. En saison sèche on observe souvent une brume sèche épaisse et qui peut durer plusieurs jours, abaissant parfois la visibilité à quelques centaines de mètres. Un élément de précision locale a été donné par M. Foissy (Rapport annuel de 1935. Station de Gao) : « Lorsque le vent d'Est a soufflé tout l'après-midi et que le vent du Nord souffle dans le courant de la nuit on peut prévoir une brume sèche le matin d'autant plus intense que le vent du Nord est plus violent. »

On observe en outre de fréquents grains secs charriant du sable, en hivernage.

A la fin de la saison des pluies, on observe aussi des brouillards matinaux sur le Niger et les parties inondées.

3° *Région Nord et Ouest* s'étendant en pointe au sud sur la vallée du Niger jusqu'à Kouroussa.

La visibilité est bonne en général. En janvier, février, mars la brume s'étend parfois sur cette région où elle est rarement épaisse.

Niger

1° *Saison sèche.* — La brume sèche est de plus en plus fréquente à mesure qu'on s'avance dans les régions septentrionales, où elle semble presque permanente la plus grande partie de l'année. On constate ici une mauvaise visibilité due moins à l'absorption qu'à la diffusion des rayons lumineux par les particules de sable suspendues dans l'air et la réflexion sur le sol. La limite de la brume sèche est très variable et descend parfois jusqu'au Sud de la colonie. Ce cas se produit fréquemment à la suite de vents de sable dans la région Nord, qui ont lieu surtout en décembre et janvier. Pour les stations du Sud la brume sèche semble venir le plus souvent du Nord-Est, mais pas toujours. A Niamey on a observé des brumes venant du Sud-Ouest, alors qu'à Zinder elle a toujours été vue venant du Nord-Est et se déplaçant de 11 à 12 kilomètres à l'heure.

On a constaté, dans cette dernière station, une hausse de pression très sensible 4 ou 5 heures avant l'apparition de la brume et une plus grande abondance de parasites atmosphériques. A Niamey, M. Frolow a signalé une périodicité de 11 à 13 jours (Rapport annuel de l'année 1933. Station de Niamey).

On a constaté d'autre part, à Niamey comme à Zinder, une brume sèche locale due aux courants ascendants des journées chaudes et calmes. Le long du fleuve la production de cette brume serait favorisée au coucher du soleil par les mouvements des troupeaux.

2° *Saison des pluies.* — Surtout au début et à la fin de cette saison se produisent des grains secs violents charriant du sable qui abaissent considérablement la visibilité, mais sont en général de très courte durée.

***

Dans les colonies du Sud, les variations de la visibilité sont très régulières et les prévisions faites d'après les caractères de la saison se trouveront presque toujours réalisées.

Guinée

Quatre zones sont à distinguer :

1° *Zone côtière.* — *En saison sèche* brume presque permanente (visibilité de 2 à 8 kilomètres suivant l'heure de la journée) et brouillards matinaux fréquents surtout en janvier.

En saison des pluies : Brouillards quotidiens de juin à novembre. De plus les pluies abondantes masquent souvent la visibilité,

2° *Fouta Djallon.* — *En saison sèche* : Brume continue et dense dans les bas fonds, plus légère et plus rare sur les sommets.

En toutes saisons : Brouillard très abondant en hivernage durant parfois tout le jour sur les hauts plateaux et présent au moins tous les matins dans les vallées. En particulier fréquent à Mali (nuages).

3° *Zone forestière.* — (Cercles de Kissidougou, Macenta, N'Zérékoré et la moitié du cercle de Beyla).

De décembre à février : Brume continue.

De mars à novembre : Brouillards dans les vallées.

4° *Zone présoudanaise.* — (Voir Soudan. Région de Bougouni et Satadougou).

Cote d'Ivoire

1° *Basse côte.* — La visibilité n'est jamais supérieure à 20 kilomètres vers la mer, à 12 vers la terre, cela est dû à une brume permanente provoquée par la forêt. Fréquemment les brouillards dus à la présence de la lagune abaissent encore la visibilité pendant les deux saisons sèches.

2° *Zone du café et du cacao.* — (Cercles de l'Indénié, de Bondoukou, de l'Agnéby, de N'Zi-Comoé, des Gouros, de Daloa, Guiglo, Man).

Visibilité jamais très bonne, brouillards fréquents dus à la forêt.

Les pluies fréquentes et abondantes sont aussi, dans ces deux premières zones, une gêne considérable pour la visibilité.

3° *Zone de l'Arachide.* — (Cercles des Tagouanas, du Baoulé, de Ouorodougou, d'Odienné, de Kong, de Batié et de Bobo-Dioulasso).

En saison sèche, la brume sèche fréquente mais assez légère, et les feux de brousse abaissent la visibilité à 8 kilomètres environ.

A la fin de la saison des pluies, brouillards peu fréquents et locaux.

4° *Zone du karité.* — (Cercles de Gaoua, Dédougou, Koudougou, Ouagadougou, Kaya, Tenkodogo).

En saison sèche les variations de la visibilité sont analogues à celles qui se produisent au Sud de la colonie du Niger : la brume sèche fréquente et le vacillement de l'air chaud sur les parties découvertes gênent considérablement la visibilité.

Quelques vents de sable atténués venant du Niger et quelques brouillards se produisent en saison des pluies.

Dahomey

Sur la côte, la brume est permanente et les brouillards fréquents en saison sèche : même régime que la basse Côte d'Ivoire, mais plus accentué.

Visibilité gênée par les précipitations en saison des pluies.

Dans l'intérieur, seule la station de Natitingou a donné des indications numériques qui semblent d'ailleurs trop faibles : la visibilité moyenne oscillerait entre 7,3 km. (mois de juin, 13 heures) et 1,4 km. (mois de janvier, 13 heures). On peut cependant tirer de ces chiffres la conclusion que la visibilité est en général médiocre en saison sèche et assez bonne en saison des pluies. On peut aussi, en première approximation, assimiler les régions de l'intérieur du Dahomey à celles de la Côte d'Ivoire qui sont à la même latitude, en se rappelant cependant que le climat du Dahomey est sensiblement plus sec et son sol plus aride que celui de la Côte d'Ivoire.

II. — CARTES SYNOPTIQUES

On a établi des séries de cartes synoptiques donnant, mois par mois, et pour 8, 13 et 18 heures (T. M. G.) les valeurs de la visibilité pour l'ensemble de la colonie (1). Ces documents sont nécessairement imparfaits. Ils mettent déjà cependant en évidence l'existence de régions plus spécialement défavorisées au point de vue de la visibilité.

(1) Ces cartes, très intéressantes, n'ont pas pu trouver place dans ces *Annales* ; elles ont permis toutefois de dresser les cartes, plus générales, données p. 141 et suiv. On pourra facilement déduire de l'examen de ces cartes la situation géographique des zones de mauvaise visibilité de l'A. O. F.

III. — PRÉVISION GÉNÉRALE

La prévision générale du temps pour l'A. O. F., émise tous les jours à 12 h. 30 T. M. G. ,comporte une rubrique visibilité. Elle indique les variations probables de la visibilité pour les vingt-quatre heures suivantes, faites d'après les observations de 18 heures et de 8 heures qui précèdent, reçues par radiométéos la veille au soir et le matin même.

Depuis février 1934, on établit aussi deux cartes synoptiques donnant la visibilité, la direction et la force du vent et la nébulosité à 8 heures et 18 heures et l'on délimite sur ces cartes les régions où la visibilité est inférieure à 10 kilomètres. C'est d'après ces cartes que se fait la prévision des variations de visibilité. On utilise comme indications supplémentaires les autres cartes synoptiques de 8 heures (Isothermes, Isallothermes, Isobares, Isallobares et tension de vapeur) et les prévisions locales en clair jointes aux radiométéos des stations principales. La prévision faite la veille est confrontée avec les cartes au moment de leur établissement et cette méthode permet de préciser peu à peu les principes suivant lesquels est faite la prévision. Cette méthode est employée depuis trop peu de temps pour qu'on puisse dès maintenant formuler des règles précises, mais les résultats déjà obtenus sont très encourageants.

On a déjà pu constater, par exemple, que, le plus souvent, la brume suit la progression Zinder, Niamey, Gao. Il est d'ailleurs à noter que ce résultat paraît en contradiction avec la méthode de prévision locale indiquée pour Gao par M. Foissy, et d'après laquelle la brume viendrait directement du Nord ou du Nord-Est. Il ne paraît pas cependant impossible de concilier ces deux théories, soit qu'il s'agisse de deux phénomènes concomitants, soit que le front de brume fasse un angle aigu avec la ligne Gao-Niamey, ou prenne une forme carviligne ayant sa concavité tournée vers Gao.

Pour les stations de la côte Sud, la prévision de la brume n'est difficile que lors des changements de saisons. Un examen attentif de tous les facteurs météorologiques et surtout des tendances de leurs variations peut alors permettre de prévoir si la journée du lendemain aura les caractères de la saison qui finit ou de celle qui commence.

IV. — REMARQUES SUR LA MESURE DE LA VISIBILITÉ

La mesure de la visibilité est rendue difficile par le fait qu'elle n'est pas définie exactement et que les auteurs ne sont pas d'accord sur ce point. La définition la plus précise semble être la suivante :

On dit que la visibilité est de N kilomètres quand on ne distingue plus rien à cette distance, *quelle que soit la puissance de l'instrument d'optique employé.*

Malgré son apparente rigueur, cette définition n'est pas précise car tout dépend des objets placés effectivement à la distance considérée et du fond sur lequel ils se détachent. On pourrait y remédier en plaçant de distance en distance des objets identiques (une mire blanche et rouge sur fond noir, par exemple). Mais ce système correspondrait trop peu à la pratique et notamment pourrait conduire à des chiffres trop élevés : Considérons par exemple le cas d'une brume locale d'un rayon de 5 kilomètres autour de la station, mais cependant assez peu dense pour permettre de distinguer la mire placée à 6 kilomètres et qui par suite se trouve hors de la brume. Toutes les mires placées au delà se trouvant dans la région de bonne visibilité (en supposant qu'on les a construites assez grandes pour que le pouvoir séparateur de l'œil ou de l'instrument employé n'intervienne pas) elles seront aussi visibles et l'on sera ainsi conduit à un chiffre très grand. Cependant la visibilité est défectueuse autour de la station.

D'autre part, ce système présente des difficultés de réalisation dans le cas fréquent où la visibilité horizontale est limitée par des obstacles (forêts, montagnes) ou lorsque le terrain devient inaccessible à une certaine distance (mer). Il faudrait, d'autre part, bien définir les mires en question (notamment quant à la peinture employée ; brillante ou mate) et les nettoyer souvent.

On a proposé de remplacer le système de mire par un seul tableau de fils de différentes grosseurs tendus sur fond neutre, ce qui présenterait le premier avantage de n'avoir qu'un objet à entretenir au lieu de plusieurs. Cependant cet entretien est difficile, le pouvoir absorbant de ces fils exposés aux intempéries variant beaucoup avec le temps (notamment il est bien différent pour des fils mouillés et les mêmes fils secs) et il serait difficile ainsi de réaliser des objets identiques pour chaque station. En outre il semble résulter des observations faites à Dakar, que cette méthode donne des résultats très irréguliers.

On a songé à modifier ce procédé en remplaçant la gamme de fils par une gamme de *contrastes* de plus en plus marqués, ton sur ton ou de couleurs différentes ce qui rétablirait l'importance du facteur *diffusion* tandis que le premier procédé semble

dépendre trop uniquement du facteur *absorption*. De toute façon on est conduit à un objet sujet à variations qu'il faudrait comparer constamment avec un étalon, et qui d'autre part demanderait de longues expériences et de longues discussions pour pouvoir être défini et réalisé exactement.

Des expériences ont été entreprises à ce sujet à Dakar et dès que des conclusions pourront en être tirées, on les fera connaître par une note qui fera suite à la présente étude.

Un procédé qui semblerait rigoureux serait de prendre à deux distances différentes une photographie d'une mire en deux couleurs analogues à celles décrites plus haut. Sous condition d'avoir des plaques et des appareils identiques, et des temps de pose égaux, on aurait, en mesurant les contrastes et les intensités des images obtenues, un moyen de mesurer la visibilité entre les deux points d'où auraient été prises les photographies de la mire. Ce serait un procédé long et coûteux, mais qui permettrait peut-être de définir rigoureusement la visibilité en fonction du pouvoir d'absorption et de diffusion de l'atmosphère.

BARBERON,
Ingénieur-Météorologiste adjoint des Colonies.

La visibilité horizontale en Afrique Equatoriale Française au nord de Bangui

1° *Brouillards.* — Sont très fréquents le matin. Les conditions favorables à leur formation, état hygrométrique élevé, calme dans les couches basses, etc., sont souvent réalisées. Pour Bangui, il y a lieu de noter que le voisinage du fleuve, la proximité de la grande forêt entretiennent une humidité qui aide à la formation de brouillards locaux ou de bancs de brouillard parfois très dense, mais ordinairement peu élevé.

En général tous ces phénomènes matinaux ne sont pas de longues durée, il se dissipent vers 8 ou 9 heures et la visibilité redevient normale lorsque le soleil a suffisamment réchauffé l'atmosphère.

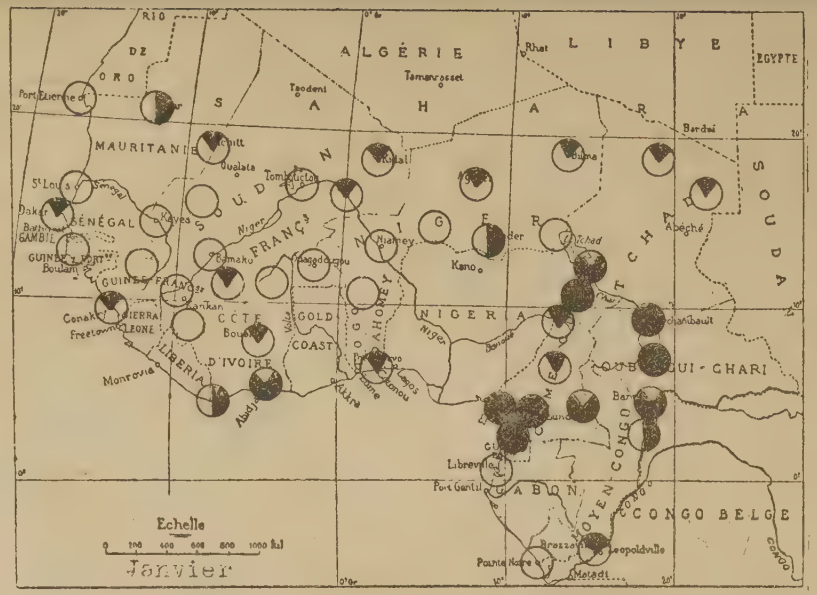
2° *Brume.* — Pendant la saison sèche, qui coïncide pour la région de Bangui avec les mois de décembre, janvier et février, l'horizon apparaît souvent noyé dans un voile de brume d'intensité variable. Cette brume peut parfois devenir assez opaque pour masquer des objets rapprochés de dimensions appréciables : hangars, collines environnantes, etc. et rendre difficile ou impossible la navigation aérienne. Elle peut augmenter brusquement d'intensité et persister sans interruption pendant plusieurs jours consécutifs. La visibilité est alors très réduite, de l'ordre de 2 à 3 kilomètres avec ciel à peine visible. La brume, ainsi observée, n'est pas due uniquement à de la vapeur d'eau car l'humidité relative est faible. Elle est constituée dans une grande proportion par des poussières maintenues en suspension dans l'air.

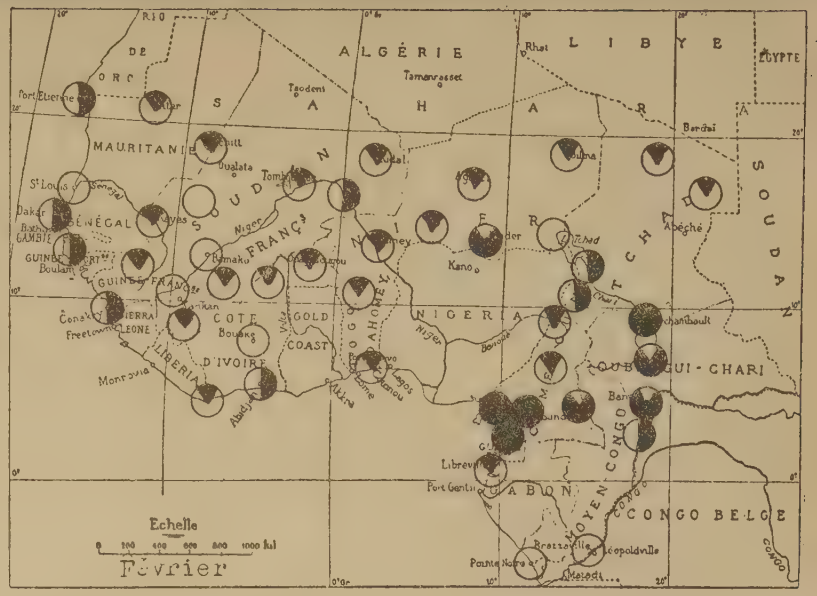
Parmi les causes qui contribuent encore à accroître l'obscurcissement de l'air il convient de citer, en tout premier lieu, les feux de brousse qui interviennent non seulement par leurs fumées opaques mais aussi par les courants ascendants qu'ils créent et qui sont susceptibles d'entraîner avec eux, en altitude, un grand nombre de débris de végétaux calcinés : poussières de charbon, cendres, etc., véhiculés ensuite à de grandes distances par les courants dominants d'Est ou de Nord-Est.

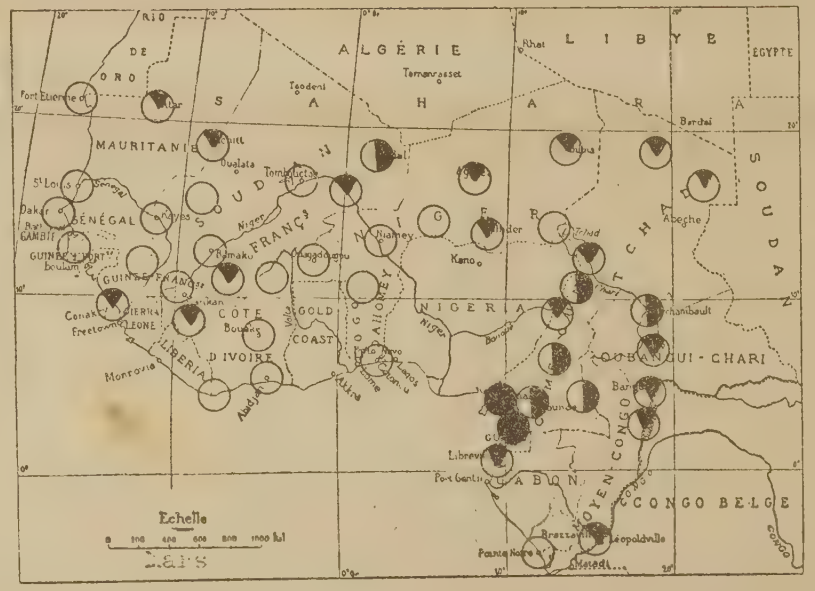
Par ailleurs, il est très probable que les périodes de brume intense sont en relation avec les vents de sable des régions désertiques et la connaissance de ces perturbations serait peut-être de nature à donner des indications précieuses pour la prévision des mauvaises visibilités.

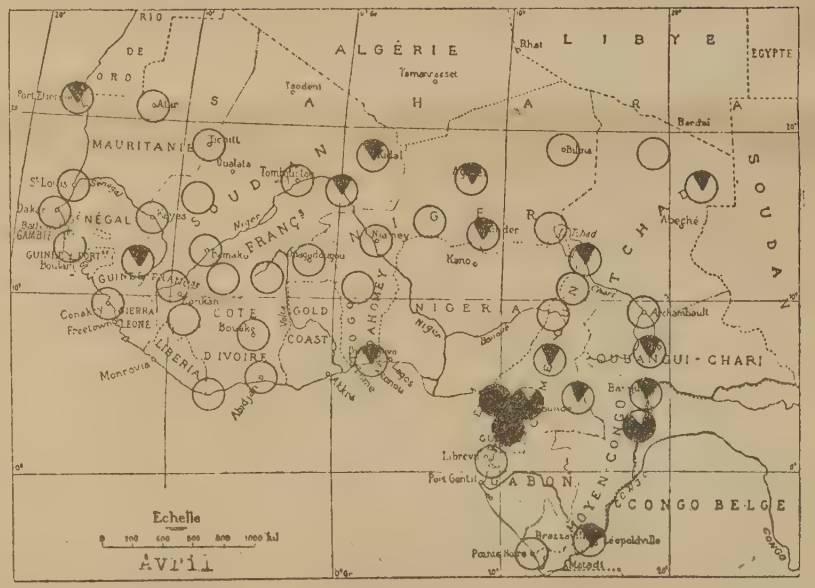
Pour la région comprise entre Fort-Lamy et Bangui c'est surtout pendant les mois de novembre, décembre, janvier et février qu'il y a prévalence de la brume et des brouillards et que les chiffres moyens de la visibilité sont les plus faibles. Pour les autres mois de l'année la visibilité est normale, souvent même excellente (Consulter à ce propos les cartes des pages 141-143).

DEVAUGES,
Ingénieur-météorologiste adjoint des Colonies.



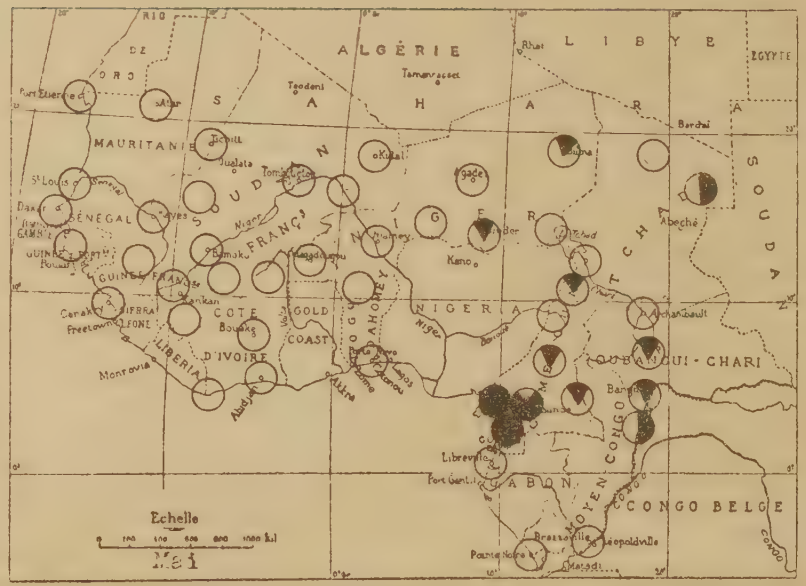


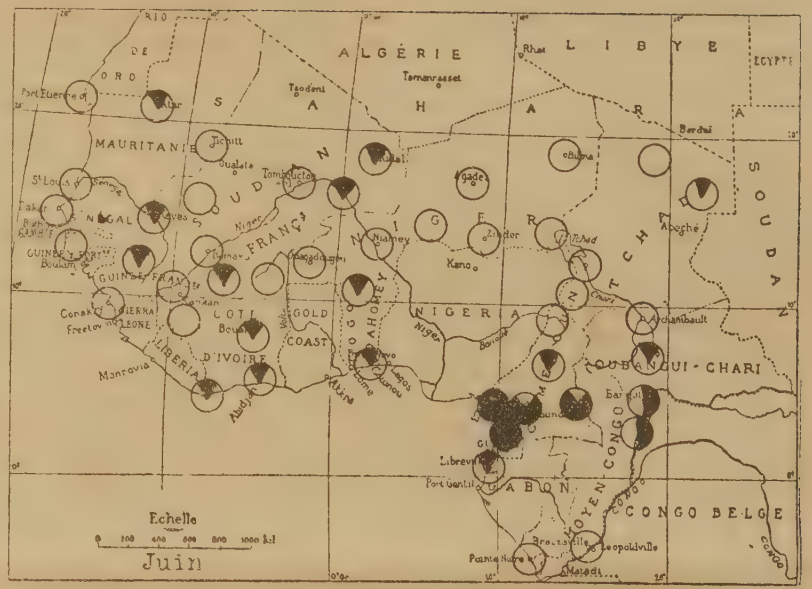


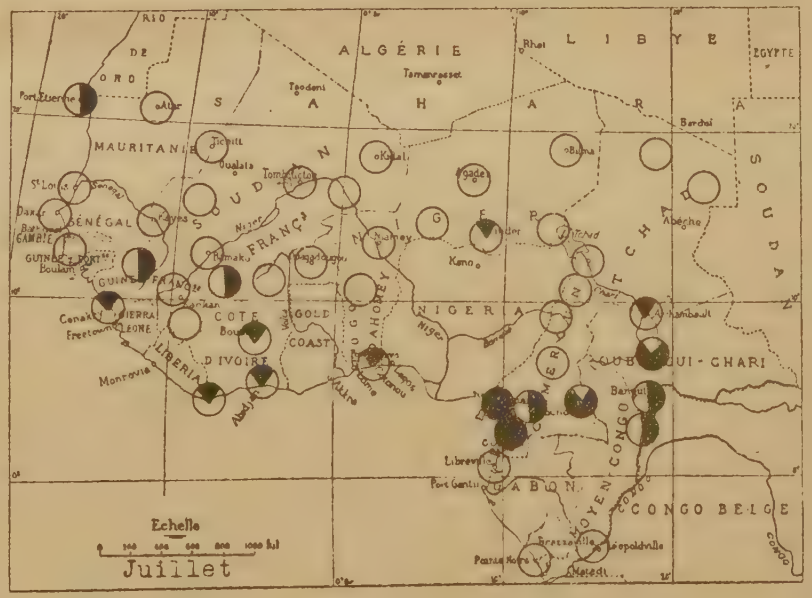


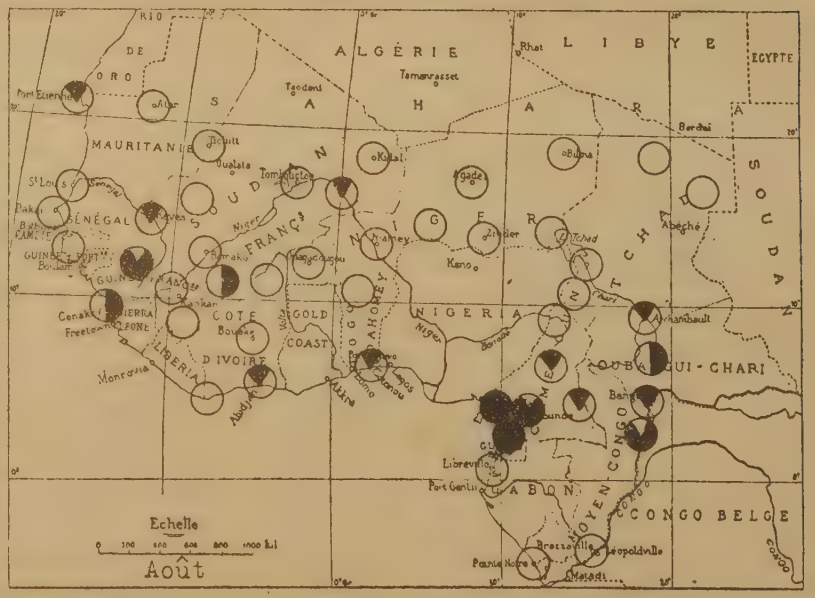
Nombre de jours, par mois, au cours desquels la visibilité horizontale s'est abaissée à moins de 2 kilomètres en 1954.

○ 0 jour · ◔ 1 - 4 jours ◑ 5 - 9 jours ◕ 10 - 20 jours ● plus de 20 jours

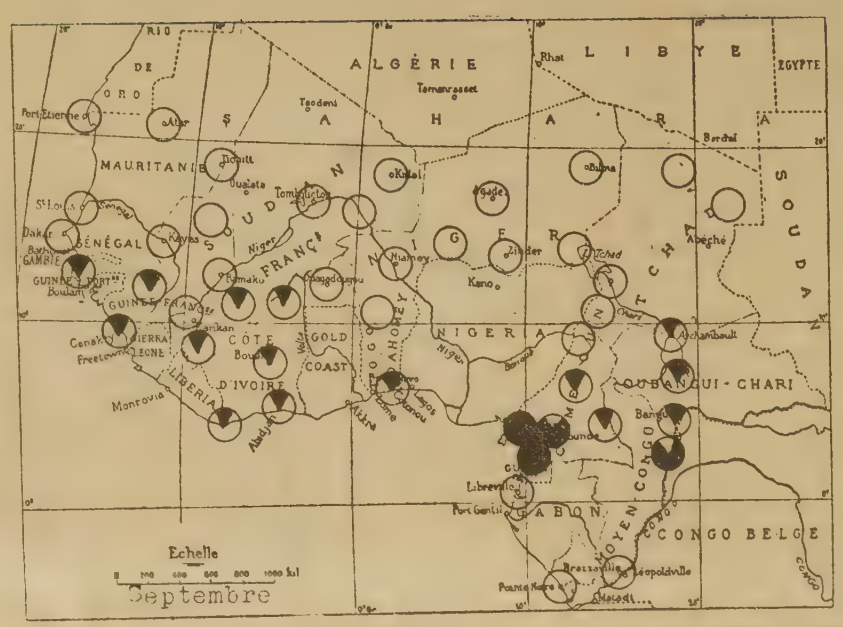


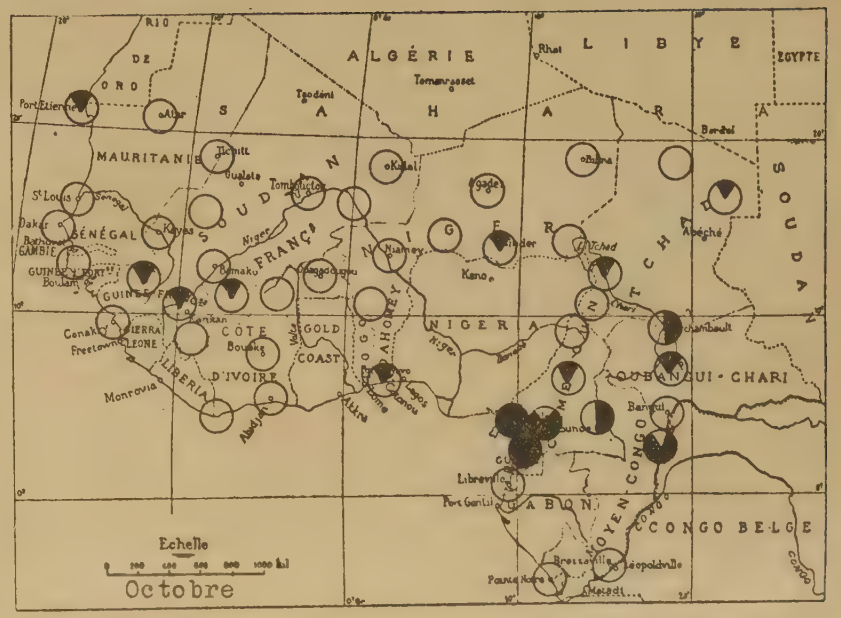


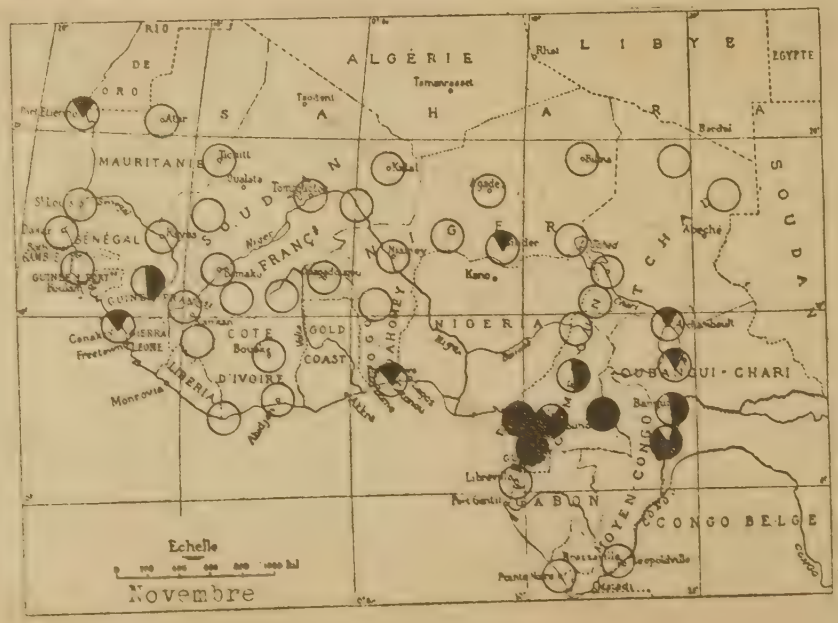


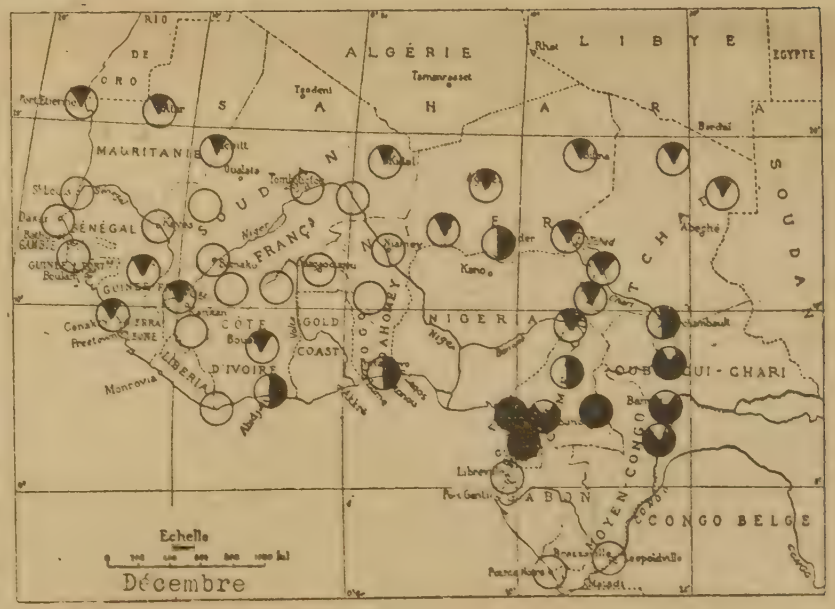


Visibilité horizontale en I934 (même légende que page I4I)

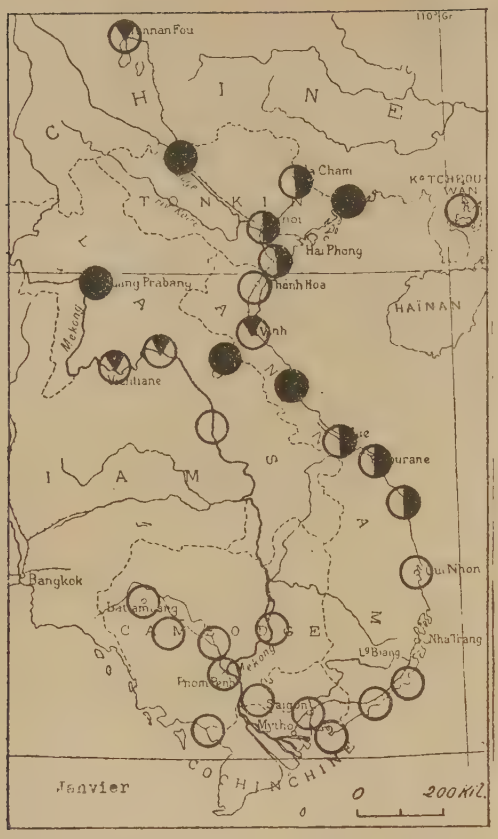


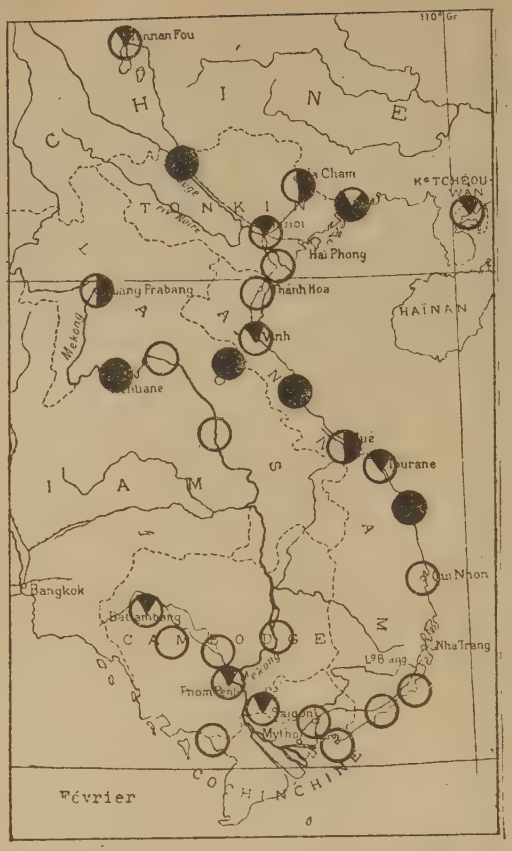




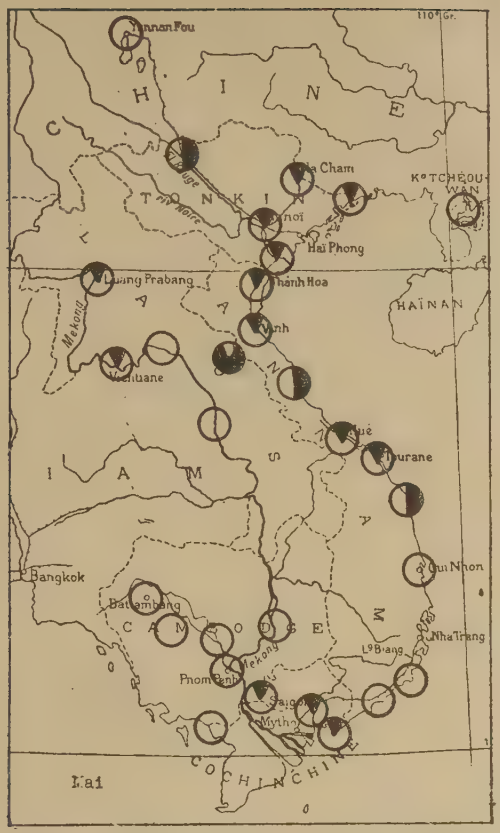


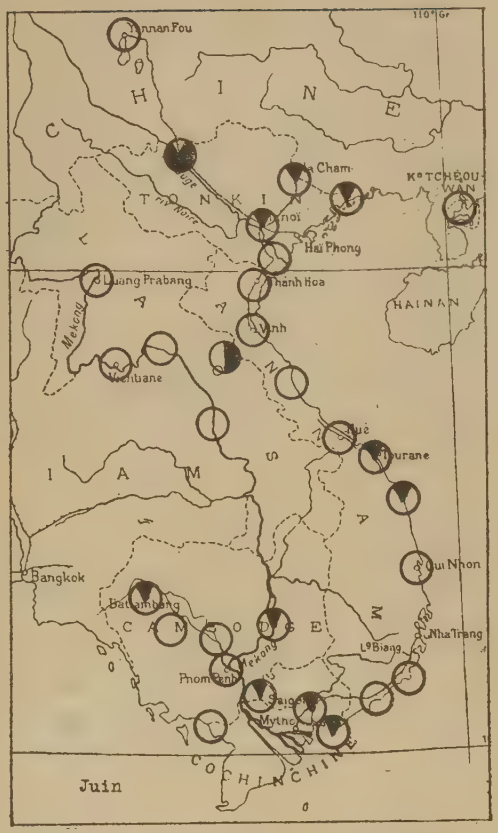
Visibilité horizontale en I934 (même légende que page I4I)

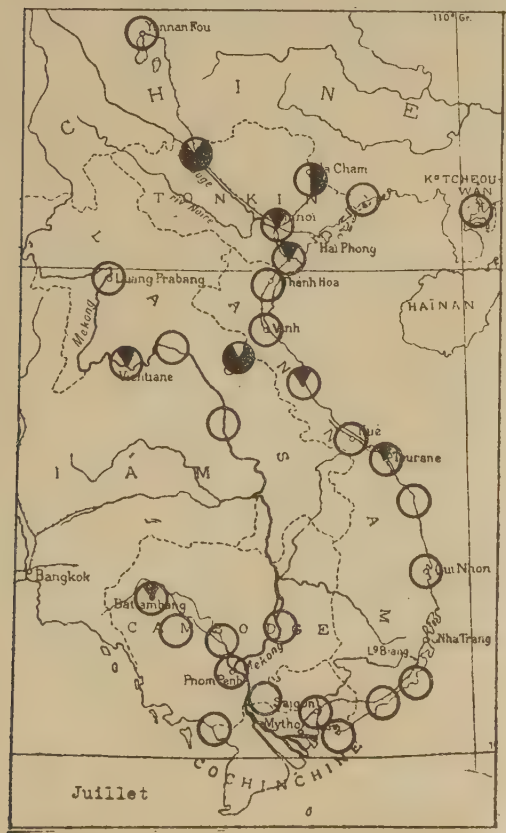


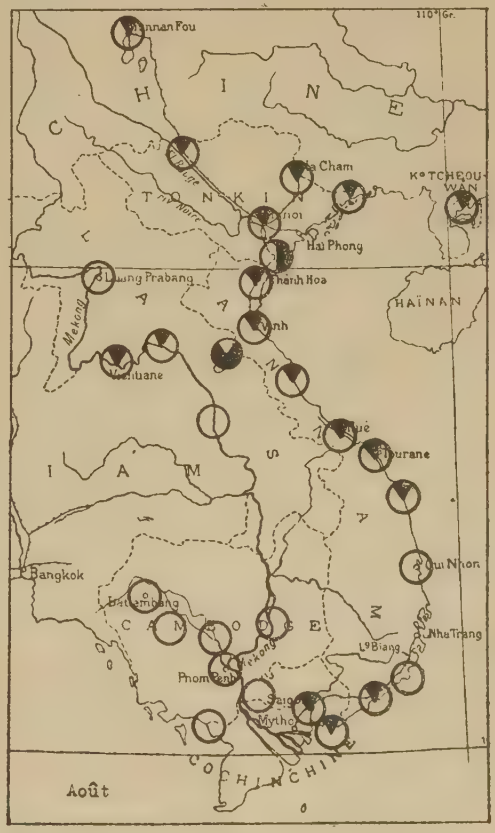


Visibilité horizontale en 1934 (même légende que page 141)

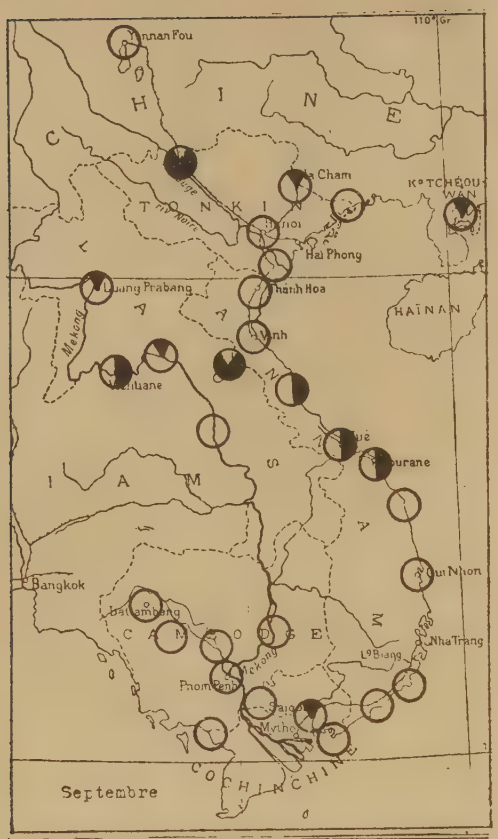


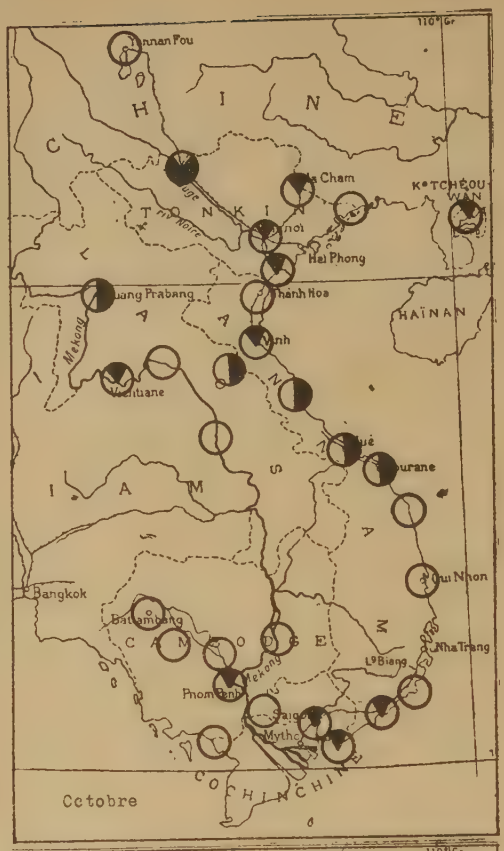


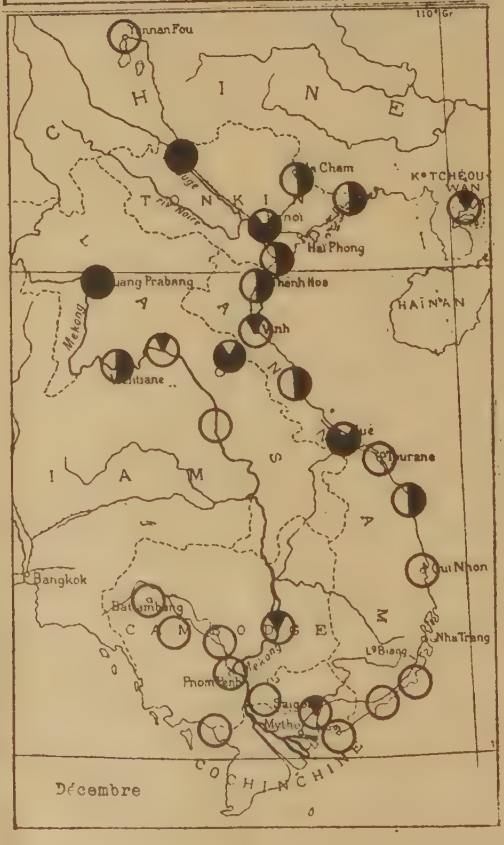




Visibilité horizontale en 1934 (même légende que page 147)







Visibillté horizontale en 1934 (même légende que page 141)

CÔTE FRse DES SOMALIS

REGIONS PLUS SPECIALEMENT AFFECTEES PAR LE BROUILLARD ....

MOIS DE PLUS GRANDE FREQUENCE : OCTOBRE A MARS

Kil. 5 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 Kil.

CÔTE FRSE DES SOMALIS

REGIONS PLUS SPECIALEMENT AFFECTEES PAR LE VENT DE SABLE OU KHAMSIN.........

MOIS PENDANT LESQUELS SOUFFLE LE KHAMSIN : MAI A AOUT INCLUS

Kil. 5 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 Kil.

La visibilité horizontale au Cameroun

I

Valeur de la visibilité horizontale pour les différentes stations

Les renseignements relatifs à la visibilité horizontale ne sont recueillis, au Cameroun, que depuis 1932 et dans un petit nombre de stations. Les seules données qui paraissent pouvoir être retenues ne fournissent qu'une première approximation. En particulier, pour des raisons variables — emplacements des stations, mutations et habileté des observateurs — la visibilité, lorsqu'elle est forte, est parfois, dans les stations de 1er et 2e ordre, soit sous-estimée, soit exagérée.

Pour Yaoundé, l'emplacement actuel de la station qui dispose d'un rayon d'observation de plus de 30 kilomètres, permet depuis août 1933 une appréciation correcte de la visibilité. Mais, en raison du petit nombre d'observations faites à cet emplacement, il paraît plus judicieux de noter la valeur moyenne de la visibilité la plus fréquente que la plus grande fréquence de la visibilité mensuelle moyenne. En effet, il arrive qu'on observe, certains mois, à 7 heures, 20 jours de brouillards dans le mois. La visibilité normale, pour ce mois, doit donc être, à 7 heures, inférieure à 1 kilomètre. Mais il peut arriver, dans ce même mois, que la visibilité soit, un certain jour, après une averse matinale, supérieure à 30 kilomètres. Ce chiffre de 30 suffirait à doubler la valeur de la visibilité moyenne à 7 heures, sans que cette augmentation notable (de 1 à 2) corresponde à un phénomène physique observé. J'ai donc éliminé du calcul de la moyenne les valeurs exceptionnelles. Ce procédé ne modifie du reste le degré de visibilité que faiblement et pour les premières heures de la matinée seulement. Il se justifie par les mêmes raisons qui font substituer, pour la définition des conditions normales, la notion de plus grande fréquence à la notion de moyenne.

II

Causes locales connues des variations de la visibilité

1° *Brouillards.* — Le brouillard est un phénomène courant aux premières heures du jour dans la région forestière du Sud, montagneuse et humide. Il est particulièrement fréquent et intense en décembre et janvier. Le brouillard matinal, presque toujours entièrement dissipé à 9 heures, a une tendance à être plus tenace en janvier. Il peut abaisser la visibilité à 50 mètres. Le brouillard s'observe aussi en saison sèche dans le cours de la nuit, mais les observations systématiques manquent.

Les renseignements relatifs à la région côtière font apparaître également que les brumes matinales sont particulièrement fréquentes de mi-novembre à mars et épaisses en décembre.

Ce brouillard matinal s'observe également dans les régions de savanes du Nord, mais il serait plus rare, moins intense et plus tôt dissipé. En outre, la période de l'année où le brouillard serait le plus fréquent serait la saison des pluies (juillet-août) qui correspond à la fois à des points bas de la courbe des températures et des points hauts de la courbe de l'humidité relative.

2° *Pluie.* — Les pluies d'orages peuvent abaisser, dans la région de Yaoundé, la visibilité à 50 mètres.

Dans la région de Douala, des pluies continues peuvent maintenir, notamment en juillet ou août, la visibilité à des valeurs inférieures à 2 kilomètres pendant des journées entières. La région de Nkongsamba, dont le régime des précipitations est directement influencé par le voisinage de la mer, présente des caractères analogues. Ces pluies durant des journées entières sont extrêmement rares à Yaoundé (une ou deux par an).

3° *Poussières en suspension dans l'air.* — La présence de poussières et de fumée (feux de brousse) dans l'air abaisse la visibilité pendant toute la saison sèche dans tout le territoire. Il est à noter que la visibilité en saison sèche apparaît toujours plus mauvaise dans le Sud du territoire que dans le Nord, bien que la dite saison sèche soit plus courte. Une explication pourrait être trouvée dans le fait que la mauvaise visibilité dans le cours de la journée est due, dans les régions de savanes du Nord seulement à la présence de particules solides en suspension dans l'atmosphère tandis que, dans le Sud, à l'influence de ces particules s'ajoute l'effet de l'humidité beaucoup plus forte que dans le Nord : on sait que, d'après M. J. Aitken, la valeur de la visibilité pour un même

nombre de particules solides est une fonction décroissante de l'humidité (1).

III

Prévision locale des variations de la visibilité horizontale

Les remarques qui suivent s'appliquent uniquement à la région de Yaoundé.

La visibilité normale, à 10 heures du matin, est de l'ordre de 6 kilomètres en décembre, 3 kilomètres en janvier, 2 en février et 10 pour tous les autres mois de l'année. A partir de 10 heures elle varie peu autour de sa valeur normale sauf en cas de pluie ; la prévision des variations de visibilité après 10 heures est celle de la pluie avec cette circonstance que l'aggravation de visibilité est liée à l'intensité de la pluie.

Aux premières heures de la journée, la visibilité, par contre, peut varier dans de notables limites par suite du brouillard.

La prévision du *brouillard matinal* est difficile. En hiver le brouillard (visibilité inférieure à 1 km.) ou la brume (visibilité de 1 à 2 km.) est le cas normal. En saison des pluies, il se manifeste en gros un jour sur deux. En région forestière et aux premières heures de la journée, la tension de la vapeur d'eau est toujours très voisine de la saturation. Il suffit d'une variation très faible d'un élément, température, poussière, état d'ionisation, pour provoquer la condensation et créer des conditions favorables à la formation de brouillard ou de brumes. Il n'est pas possible de donner de règle de prévision pour le brouillard matinal. Toutefois, je crois utile de signaler les remarques suivantes, dans l'ordre où elles sont le plus fréquemment vérifiées.

1° Un vent de vitesse 2 à 4 m., sec pendant la nuit est défavorable à la formation de brumes au lever du jour. Au contraire, un vent très faible ou nul au milieu de la nuit correspond très souvent à la formation de brumes matinales. En particulier, l'alternance vers le milieu de la nuit des vents du Nord et d'Ouest, faibles l'un et l'autre, constitue, en saison sèche, une situation favorable à la production de brouillards matinaux denses.

2° Une nébulosité faible vers le milieu de la nuit constitue une condition favorable à la production de brouillard dense, les conditions de faible vitesse du vent étant réalisées.

3° Une tendance du baromètre à la baisse (minimum nocturne bas par rapport aux jours précédents et pente anormalement faible de la partie ascendante de la courbe barométrique) coïncide avec des brumes matinales particulièrement denses.

Cette dernière constatation, valable surtout pour la saison sèche, pourrait prendre une signification plus nette si des mesures de pression précises, faites en un plus grand nombre de points et une connaissance rigoureuse de l'altitude exacte des stations permettait de tracer des cartes d'isobares. Malheureusement seules les altitudes des stations de Douala et Yaoundé ont été déterminées et encore l'altitude élevée de Yaoundé ne permet d'effectuer les réductions au niveau de la mer qu'avec une approximation d'un ordre différent des variations de pression correspondant aux modifications des conditions atmosphériques. Dans ces conditions, l'examen de la valeur de la pression à Yaoundé, ne permet pas de se rendre compte si cette diminution de pression correspond à une extension vers l'Est de la mousson humide.

Brume sèche. — La visibilité par suite de la brume de saison sèche varie dans les limites faibles au cours de la deuxième partie de la journée et sans atteindre des valeurs dangereuses. Différentes remarques permettent de dire qu'une activité plus grande du vent du Nord-Est en saison sèche correspond à une brume sèche plus intense et qu'une diminution de la force de ce vent correspond, inversement, à une amélioration de la visibilité au cours de la journée suivante. A noter également qu'un degré hygrométrique élevé par rapport à la valeur normale de l'époque correspond à une visibilité moins bonne l'après-midi.

P. Hilaire,
Ingénieur-météorologiste adjoint des Colonies.

(1) Au sujet de la visibilité horizontale au Cameroun, on pourra consulter les cartes des pages 141-143.

La visibilité horizontale en Indochine

Nous considérons d'abord les deux périodes de l'année qui correspondent aux régimes dits de mousson d'hiver et de mousson d'été.

Période de la mousson d'été

Exception faite des brouillards accompagnant les pluies ou consécutifs aux pluies, abondantes et fréquentes, orageuses ou non, les brouillards et les brumes entraînant des visibilités médiocres ou nulles ne se rencontrent guère en Indochine durant la période de mousson d'été. Mais comme ces pluies et ces orages sont la règle, on peut dire qu'en période de mousson d'été les zones de mauvaise visibilité coïncident avec les zones de pluie et que là où les pluies sont les plus abondantes (c'est aussi là qu'elle sont les plus fréquentes) la visibilité est la plus mauvaise. Il suffira donc de se reporter aux cartes pluviométriques (hauteurs et fréquence) que nous avons publiées en 1930 pour être immédiatement fixé à l'endroit de la visibilité.

En fait, en mousson d'été toutes les parties montagneuses de la péninsule et plus particulièrement celles qui sont exposées directement aux vents de Sud-Ouest sont des zones de mauvaise visibilité. Dans les plaines, la visibilité est bonne ou très bonne en dehors des précipitations.

Période de la mousson d'hiver

En première approximation, on peut, en régime de mousson d'hiver et au cours de l'intermousson de printemps, partager l'Indochine en deux régions : la première comprenant la totalité du Tonkin, l'Annam jusqu'à hauteur du cap Padaran et le Laos jusqu'à la latitude de Savannakhet ; la deuxième comprenant le reste du Laos, le Cambodge, la Cochinchine et l'Annam au sud du cap Padaran. Disons tout de suite que la deuxième région est de visibilité généralement bonne.

Nous avons déjà fait remarquer, ailleurs, que le régime de mousson d'hiver ne présente pas du tout le caractère de régularité qu'on est tenté de lui attribuer et que, même au cœur de la période dite de mousson d'hiver, on peut trouver de la mousson inversée en brises faibles de Sud-Est et de Sud. Donc, au regard de la visibilité, il n'est pas possible de dire que telle zone de la région envisagée est de visibilité toujours mauvaise, telle autre zone de visibilité toujours passable ou bonne. Force nous est donc de considérer les cas les plus typiques et aussi les plus fréquemment rencontrés.

L'établissement généralement brusque d'une forte mousson de Nord-Est correspond à une forte hausse barométrique sur la Mongolie et le Nord de la Chine, puis sur la Chine du centre, hausse qui déferle comme une vague à travers la Chine méridionale et le Nord du bassin de la Mer de Chine et qu'accompagne souvent l'entrée en Mer de Chine d'un typhon venant du Pacifique.

Sur le Tonkin jusqu'à la vallée du Fleuve Rouge inclusivement et l'extrême Nord Annam il ne donne généralement que des pluies et des brouillards passagers auxquels succèdent un plafond de strato-cumulus d'altitude initiale de 600 à 1.000 mètres et une bonne visibilité. Sur le littoral de Vinh à Tourane et souvent jusqu'à Quang-Ngai, et sur le versant oriental de la chaîne annamitique, les pluies sont plus abondantes, souvent très abondantes et durent plusieurs jours. Elles sont accompagnées de brouillards et de crachin, c'est-à-dire que le temps est complètement bouché. Au sud de Quang-Ngai, en conséquence de l'orientation même de la côte, les pluies sont, en général, moins abondantes. Le plafond est cependant très bas avec du crachin par places et une visibilité médiocre ou très mauvaise sur le littoral, du temps complètement bouché sur le versant oriental des massifs montagneux et sur leurs contreforts.

Dans le reste de la colonie, c'est-à-dire dans l'Ouest des barrières que constituent, d'une part, la haute chaîne qui, au Tonkin, sépare la vallée du Fleuve Rouge de la Rivière Noire, et, d'autre part, la chaîne annamitique, les phénomènes sont différents. La vague d'air froid venant du Nord et qui s'est propagée rapidement sur le littoral franchit ces barrières avec difficulté et d'une façon très irrégulière due à l'allure tourmentée des reliefs. D'où, jusqu'à établissement complet du régime, c'est-à-dire pendant plusieurs jours, des perturbations extrêmement nombreuses avec des pluies, des grains et des manifesta-

tions orageuses souvent violentes et cela jusqu'en Cochinchine et au Cambodge. Sur les reliefs le temps est alors complètement bouché ; dans les plaines la visibilité n'est, en général, mauvaise qu'en raison des précipitations. Dès que le régime est bien établi, changement complet du temps dont la stabilité devient alors remarquable et à peu près indépendante des fluctuations du régime, fluctuations incessantes qui se produisent par la suite et cela jusqu'à l'intermousson de printemps. En ce qui concerne la visibilité les phénomènes présentent, eux aussi, une remarquable régularité :

1° Sur les reliefs : vers la fin de la nuit et durant les premières heures de la journée, brouillards compacts s'élevant et se dissipant lentement au cours de la matinée et ciel généralement pur ou nuageux élevé avec une bonne visibilité vers la fin de la matinée et dans l'après-midi.

2° Dans la vallée du Mékong, jusque vers Savannakhet, brouillards matinaux généralement peu épais, visibilité horizontale, *au sol*, mauvaise à l'aube, les brouillards se dissipant et la visibilité devenant généralement bonne à partir de 8 heures, 9 heures au plus tard.

3° Au sud de Savannakhet, dans la vallée du Mékong, les plaines du Cambodge et de la Cochinchine, la visibilité est généralement bonne toute la journée, sauf accidentellement et en de rares endroits où l'on note des brouillards ou des stratus bas matinaux.

Si, comme il arrive à peu près régulièrement fin novembre et surtout en décembre, des hautes pressions (775 mm. et même davantage, 778 mm.) s'installent sur le Nord de l'Indochine, le ciel se dégage sur le Tonkin, d'abord, sur le Nord Annam, ensuite. Dans le centre et le Sud Annam le plafond s'élève, les pluies et le crachin dont l'intensité a progressivement diminué cessent et la visibilité s'améliore jusqu'à devenir bonne. Si la hausse est très forte, le ciel se dégage à son tour et il peut en être ainsi jusqu'à Padaran, mais ce dégagement à la hausse est plutôt l'exception surtout dans la région comprise entre la Porte d'Annam et le Col des Nuages (Donghoi à Tourane).

Du point de vue de la visibilité, ces beaux temps d'hiver du Tonkin et du Nord Annam, qui correspondent à une température basse, à une faible tension de la vapeur d'eau et à un régime de vents de Nord bien établi, frais dans les couches basses, faibles en altitude jusque vers 3.000 mètres, sont légèrement brumeux, mais avec une visibilité horizontale généralement 10 à 20 kilomètres au sol, sauf le matin de bonne heure où la brume est dans l'ensemble un peu plus épaisse et où des brouillards matinaux sont possibles sur les reliefs. Mais ce qu'il faut noter c'est l'évolution de la visibilité lors de l'affaiblissement progressif de la mousson, c'est-à-dire lors de l'affaiblissement de l'anticyclone de Chine ou lors du déplacement de celui-ci vers l'Est.

La baisse des pressions sur le continent asiatique entraîne très rapidement la formation sur le Nord de l'Indochine d'une zone de gradients faibles et, en même temps, sur le Golfe du Tonkin, la formation d'une poche légèrement dépressionnaire qui épouse les contours même du golfe. Simultanément, les brumes signalées plus haut deviennent progressivement plus épaisses, la visibilité horizontale au sol diminue. L'augmentation de la température et de la tension de vapeur, le changement de direction des vents en altitude qui, de Nord ou de Nord-Est, virent au Sud-Ouest dans les couches élevées (3.000 à 1.500 m.), au Sud et au Sud-Est dans les couches basses (1.500 à 200 m.) en commençant par les couches les plus élevées, sont autant d'indices certains d'une évolution vers une période de brouillards ou de stratus très bas, de crachin et de visibilité mauvaise ou nulle sur le Tonkin et le Nord-Annam. Il peut arriver — et il arrive en fait fréquemment — que cette évolution est interrompue par l'apparition d'un nouvel anticyclone sur la Mongolie et le Nord de la Chine, puis à la descente de cet anticyclone vers le Sud, phénomène qui se traduit par le rétablissement de la mousson d'hiver sur le Tonkin et le littoral d'Annam. Dans ce cas, l'allure du temps et de la visibilité dépend essentiellement du degré d'évolution de la situation antérieure, de l'importance et de la position plus ou moins occidentale de l'anticyclone. Cela suffit à donner une idée de la multiplicité des cas qui peuvent se présenter et à faire comprendre qu'il serait vain de vouloir formuler des règles générales et précises. Disons simplement que si la nouvelle vague d'air froid déferle franchement et que si l'évolution antérieure n'est qu'ébauchée, la mousson se rétablit sur l'Est et le Nord-Est du Tonkin, sans précipitations et sans brouillards. Le ciel se recouvre d'une couche de strato-cumulus et la visibilité redevient bonne. Dans le Nord du Tonkin et surtout dans la vallée du Fleuve Rouge, au Nord-Ouest du delta, le plafond peut être très bas pendant plusieurs jours avec des pluies faibles, du crachin et du brouillard, surtout pendant la matinée. Sur le littoral d'Annam le ciel se couvre, s'il était antérieurement dégagé, et

le plafond s'abaisse avec des pluies, du crachin surtout et une visibilité médiocre ou mauvaise entre Donghoi et Tourane et, plus particulièrement, dans la région qui s'étend de Quangtri au Col des Nuages.

L'autre cas extrême ne se rencontre généralement pas avant février. Il comporte une évolution antérieure beaucoup plus avancée, la formation sur le Golfe du Tonkin d'une poche dépressionnaire marquée entraînant des vents des secteurs Est et Nord-Est dans le Nord du golfe et, simultanément, l'extension vers le Nord de la péninsule indochinoise des pressions relativement basses qui, même en mousson de Nord-Est encore bien établie, règnent sur le Siam et l'Ouest du Cambodge. Cette situation commande, dans l'extrême Sud du golfe du Tonkin et sur le littoral centre Annam, des vents des secteurs Sud-Est et Sud de même direction que les vents en altitude. Sur ces régions on note alors des brouillards qui se dissipent rapidement dès le début de la matinée et, en règle générale, de belles éclaircies vers la fin de la matinée et dans l'après-midi. Au Sud de Tourane, le ciel est complètement dégagé, la visibilité bonne. Au Tonkin, au contraire et dans le Nord Annam c'est une période de brouillard, de stratus très bas (20 à 100 m.) et de crachin épais avec visibilité généralement mauvaise, souvent nulle. Si les pressions sur le Nord de la péninsule se sont suffisamment affaiblies, l'échauffement diurne du sol parvient à annihiler dans l'après-midi, l'effet de la zone dépressionnaire du golfe. Les vents virent alors à l'Est puis au Sud-Est sur le Tonkin et le Nord Annam : simultanément les brouillards se dissipent et le plafond s'élève rapidement vers 1.000 à 2.000 mètres avec de petites éclaircies possibles, mais l'état hygrométrique reste élevé. Au cours de la nuit, les phénomènes se déroulent en sens inverse et dès avant le minimum de température, le temps est de nouveau complètement bouché.

Le développement d'un nouvel anticyclone sur la Chine et l'extension des hautes pressions qui en dépendent sur le Nord de l'Indochine peuvent alors se produire de façons très diverses. Un cas est fréquent, particulièrement défavorable au rétablissement d'une bonne visibilité sur le Tonkin et le Nord Annam, sur le Tonkin surtout. C'est celui d'une invasion lente d'air froid, invasion se présentant sous la forme d'une infiltration irrégulière poussant des pointes dans les couches basses à la périphérie Nord de la zone dépressionnaire. Elle entraîne à la fois une augmentation des condensations par mélange dans les couches inférieures, donc des brouillards, des stratus très bas et du crachin.

Cette infiltration d'air froid produit en outre une légère ascension des couches basses d'air chaud et saturé et entraîne la formation au-dessus des brouillards et des stratus bas de cumulus puissants accompagnés de petites averses et des grains qui rendent la visibilité plus mauvaise encore en donnant dans les couches voisines du sol des condensations par refroidissement.

Si le mouvement de hausse s'accentue, le « coup de balai » finit par être donné. La zone dépressionnaire du golfe du Tonkin est refoulée dans le Sud et se comble progressivement. Mais simultanément le temps se bouche sur le centre Annam où les brouillards, le crachin et les pluies et une visibilité très mauvaise dominent à nouveau.

La situation dont nous venons d'esquisser l'évolution est normale au cours des mois de février et de mars ; elle se présente parfois dès la mi-janvier ; on la retrouve souvent jusqu'à la mi-avril. Ce ne sont donc durant ces deux ou trois mois, qu'alternatives de hausse et de baisse sur la Chine et le Nord de l'Indochine et simultanément formation et disparition d'une zone dépressionnaire plus profonde sur le Golfe du Tonkin. Du point de vue de la visibilité au sol, cette période est franchement mauvaise sur le Tonkin, le Nord et le centre Annam au Nord de Tourane. Ajoutons qu'elle est aussi, en conséquence de cette mauvaise visibilité et des plafonds bas qui sont la règle, une période difficile pour la navigation aérienne. Elle ne prend fin qu'à partir du moment où les basses pressions s'installent franchement sur le Nord de l'Indochine et les provinces de la Chine du Sud-Ouest.

PRÉVISIONS DES VARIATIONS DE LA VISIBILITÉ

Le Service météorologique de l'Indochine ne dispose pas d'un personnel suffisant pour laisser aux stations le soin de faire des prévisions. Toutes les prévisions, y compris celles de la visibilité, sont donc faites par l'Etablissement central.

Les éléments sur lesquels elles reposent sont nombreux et, là aussi, il semble bien difficile de fournir des indications précises. Lorsqu'on pratique la couverture des déplacements aériens, dans un pays comme l'Indochine, on s'aperçoit vite que, s'il existe des types classiques de temps, les conditions météorologiques, envisagées localement, comportent des cas particuliers en grand nombre, en nombre illimité, pourrait-on dire.

Au premier rang des éléments sur lesquels repose la prévision de la visibilité (comme la prévision de tous les autres éléments météorologiques) s'inscrit la connaissance de la situation générale, non seulement sur le pays, mais aussi sur les pays voisins. A cet égard, nous noterons les difficultés qui résultent du fait :

1° Que nous ne sommes pas en possession des observations de la Chine avant 9 heures du matin ;

2° Qu'en Chine il n'existe pas de stations météorologiques dans la région comprise entre la vallée du Yangtsé et le Tonkin ;

3° Que, vers le Nord-Ouest, la station la plus avancée est Yunnanfou, alors que la météorologie indochinoise gagnerait beaucoup à être éclairée sur ce qui se passe dans le nord de la Birmanie et au Thibet ;

4° Que le réseau météorologique du Siam est encore insuffisamment développé ;

5° Il n'a pas été possible d'obtenir du Service météorologique des Indes anglaises un échange régulier de radiogrammes entre la Birmanie et l'Indochine.

Mais la connaissance de la situation générale serait sans grand intérêt si le prévisionniste ne possédait une connaissance approfondie des répercussions de son évolution probable sur le pays. L'orographie de l'Indochine est très mouvementée. Telle situation atmosphérique qui entraîne tel temps dans une région déterminée peut donner, dans une région voisine, un temps complètement différent. Entre Vinh et la Porte d'Annam, entre Nhatrang et le Cap Varella, entre Hué et Tourane, il y a très fréquemment de très importantes différences de temps.

Les typhons mis à part, il n'y a pas en Indochine de perturbations qui se produisent par de grosses variations barométriques ; mais, par leurs effets, ces perturbations n'en sont pas moins importantes. C'est la raison pour laquelle le prévisionniste doit s'attacher à fouiller les cartes dans le détail ; c'est la raison aussi pour laquelle un réseau de points d'observations très serré serait nécessaire. Une variation barométrique de quelques dixièmes de millimètres, une direction de vent un peu anormale sont des indices que le prévisionniste ne peut pas négliger.

Enfin — nous avons déjà dit un mot sur la question — nous attachons une grande importance aux sondages aérologiques. Sans sondages, il n'y a pas de prévisions possibles du crachin sur les régions du Golfe du Tonkin, et la prévision des orages — plus particulièrement des orages généralisés sur toute une vaste région (le Tonkin par exemple) — est extrêmement difficile. Il va de soi que les valeurs de l'état hygrométrique, de la tension de la vapeur d'eau et des minima de température sont, en ce qui concerne plus spécialement la prévision des brouillards, des éléments dont nous tenons le plus grand compte, mais leur seule connaissance est, nous tenons à le bien souligner, absolument insuffisante.

Nous n'avons pas parlé jusqu'ici des mauvaises visibilités dues aux « feux de brousse », incendies de forêts connus en Indochine sous le nom de « rays » et qui constituent la méthode de défrichement pratiquée par les indigènes des régions montagneuses ou quasi-vierges de la colonie durant la période sèche, plus particulièrement de décembre à janvier ou février, selon les régions. Les fumées que donnent les « rays » peuvent couvrir, par brises faibles et variables, d'assez importantes superficies. Des aviateurs nous ont parfois signalé qu'ils avaient été gênés par ces fumées ; cela d'autant plus que, comme nous l'avons dit, les beaux temps de la saison sèche sont presque toujours brumeux et que, du fait de la brume, la visibilité *oblique* est souvent médiocre ou mauvaise alors que la visibilité horizontale *au sol* reste bonne.

Quant à la période de temps pour laquelle la prévision des variations de la visibilité est valable, elle dépend essentiellement, elle aussi, de la situation générale, de la plus ou moins grande stabilité du temps et de la région envisagée. En mousson d'hiver bien établie avec pressions très hautes et ciel dégagé sur le Nord de l'Indochine, il est possible de faire des prévisions valables pour plusieurs jours. Par contre, au cours de la période dite « de crachin », il est difficile de faire, pour le Tonkin et le Nord Annam, des prévisions valables plus de douze heures, parfois plus de six heures. C'est d'autant plus difficile qu'il est absolument impossible, durant cette période, d'effectuer, avec les moyens dont nous disposons, des sondages aérologiques au delà des couches très basses de l'atmosphère.

BRUZON,

Ingénieur-météorologiste en Chef des Colonies,
Directeur de l'Observatoire central
de l'Indochine.

La visibilité horizontale à la Côte Française des Somalis

Les renseignements météorologiques, très incomplets, recueillis jusqu'en septembre 1934, par le Service de Santé, ne permettent pas de donner des indications précises sur la variation de la visibilité à la Côte française des Somalis. De plus, ces observations ne concernent que la seule ville de Djibouti où les éléments météorologiques sont, comme nous l'avons indiqué dans une notice relative au climat de cette ville, entièrement différents de ceux de l'intérieur de la colonie, pour lequel, d'ailleurs, nous ne possédons que des données fragmentaires recueillies sur les journaux des postes de Tadjourah et Dikkil.

Néanmoins, nous avons essayé d'établir des tableaux comparatifs suivant les schémas fournis par le Service central de la météorologie coloniale.

LES CAUSES DE LA VARIATION DE LA VISIBILITÉ A LA CÔTE FRANÇAISE DES SOMALIS

Trois phénomènes diminuent fréquemment et dans de grandes proportions la valeur de la visibilité horizontale à la Côte française des Somalis. Ce sont :

1° La réfraction due à l'échauffement inégal des couches d'air ; — 2° le brouillard ; — 3° les vents de sable.

Nous allons examiner chacune de ces causes.

1° *Réfraction due à l'échauffement inégal des couches d'air.* — Ce phénomène est très net, l'été, dès après 9 heures du matin. L'échauffement inégal des couches atmosphériques et du sol provoque des mouvements de filets d'air et une réfraction multiple du rayon visuel. Les objets paraissent déformés et quelquefois, si le phénomène est particulièrement intense, les obstacles peuvent devenir invisibles. Il a été fréquemment observé par les membres de la mission de délimitation de la frontière franco-éthiopienne dont il a gêné les travaux.

Ce phénomène n'est pas particulier à la Côte française des Somalis, il affecte toutes les régions de climat chaud et dont le sol est dénudé, ainsi le Général Tilho l'avait signalé pour la région du Kanem, dans le territoire du Tchad (1).

(1) Voir aussi : H. HUBERT, *Mission scientifique au Soudan*, 1917, p. 25 ; — Ibid. *Nouvelles études sur la météorologie de l'A. O. F.*, 1926, p. 159.

Il peut être assez dangereux pour l'aviation car il tend à provoquer un relèvement virtuel du sol indiquant ainsi un faux plan d'atterrissage.

En général, on peut admettre qu'il se produit tous les jours, en été, à partir de 9 heures. Il n'existe aucun moyen de protection.

2° *Le brouillard.* — A Djibouti même, c'est un phénomène très rare, il semble plutôt localisé dans la région montagneuse située au Sud-Ouest de la colonie : les monts Eyroleh (en langue somalie, eyroleh signifie brouillard). Pour certains points, l'humidité qu'il dépose paraît constituer la seule alimentation en eau des végéteaux environnants.

Il paraît formé de goutelettes relativement grosses, ne se produit généralement que le matin et disparaît vers 9 heures dès que le soleil est assez haut dans le ciel. Il est beaucoup plus fréquent pendant la saison d'hivernage que pendant l'été.

La diminution de visibilité qu'il occasionne est considérable : fréquemment les obstacles sont invisibles à 10 mètres, le sommet des montagnes peut être entièrement masqué, donc grave danger pour la navigation aérienne. Cependant les points où il sévit sont visibles à une assez grande distance et peuvent être évités (voir carte p. 147).

Ses conditions de formation paraissent être dues, comme ailleurs, au refroidissement de l'air par contact avec le sol et par rayonnement nocturne.

3° *Les vents de sable.* — Dans les régions situées sur la côte africaine de la Mer Rouge, on désigne les vents de sable sous le nom de Khamsin.

Le Khamsin est un vent violent venant du secteur W–WNW et qui souffle fréquemment de mai à septembre (saison chaude).

Son origine est très discutée, il est possible qu'il prenne naissance entre les montagnes de l'Ethiopie et les monts Danakils et soit dû à la différence de température qui existe entre ces deux massifs.

Très sec à Obock, à Tadjourah et dans l'intérieur de la colonie, il possède à Djibouti un certain degré d'humidité (faible d'ailleurs) qu'il a acquis par son passage au-dessus de la mer.

Il soulève et transporte des nuages de poussière, occasionne toujours une augmentation sensible de la

température et une très forte diminution de la visibilité horizontale et verticale.

Les observations scientifiques du Khamsin sont, actuellement, trop peu nombreuses pour permettre l'établissement d'un mode de prévision de ce vent.

Cependant, on constate que s'il se lève avant midi avec des rafales il dure beaucoup plus longtemps que s'il se lève de 16 heures à 18 heures. En général, il cesse vers minuit, mais pour reprendre quelquefois le lendemain de 7 heures à 8 heures avec une nouvelle violence. Il peut alors durer de trois à quatre jours consécutifs.

Sa vitesse est très variable, il peut atteindre 100 kilomètres à l'heure. Il souffle soit régulièrement, soit par rafales. La couche de poussière qu'il déplace peut atteindre plusieurs centaines de mètres de hauteur (voir la carte p. 148).

Le danger résultant du vent de sable est double :

1° Diminution considérable de la visibilité ;

2° Danger résultant du grain lui-même.

Ces constatations sont à rapprocher de celles formulées par M. Henry Hubert et par moi-même dans les *Annales de physique du Globe de la France d'outre-mer* (février 1934, pp. 28 et suivantes).

Louis Lapayre,

Ingénieur-météorologiste adjoint des Colonies.
Chef du Service Météorologique
de la Côte Française des Somalis.

La brume sèche à Zinder

Outre les tornades de sable caractérisées par un vent très violent et qui se manifestent surtout au au début de l'hivernage (survente des grains orageux), il existe, dans les régions nigériennes proches du Sahara, une brume sèche très nuisible à la navigation aérienne. Le manque d'appareils appropriés, et surtout le manque de renseignements précis ne permettent pas d'indiquer sa formation et son développement ; peut-être dans un avenir prochain sera-t-il possible de serrer le problème de plus près, en reportant sur des cartes et pour chaque station, les heures de passage de ce phénomène et son intensité évaluée en kilomètres de visibilité, ce qui aurait comme résultat évident d'obtenir aussitôt, et sa direction exacte et sa vitesse de translation. Qu'il me soit néanmoins permis, dès à présent, de présenter quel ques conclusions.

Composition de cette brume

Une plaque de verre, enduite d'une légère couche de colle, placée pendant une dizaine de minutes sur la terrasse du Service et à une hauteur d'environ 4 ou 5 mètres du sol, a permis de constater, au microscope de l'infirmerie du poste, l'existence de poussières très luisantes constituées en grosse partie par des parcelles de quartz, sans doute entrainées de très loin et prenant, à mon avis, naissance dans le désert de Lybie, direction d'où arrive cette brume.

Effets physiologiques

Comme le ferait un miroir dont la surface réfléchissante serait dirigée vers le soleil, ces particules de quartz réfléchissent les rayons solaires, provoquant ainsi, vis-à-vis des aviateurs qui survolent cette nappe, une impression d'éblouissement et de vertige tandis que pour l'observateur terrien les effets sont tout à fait contraires ; lumière diffuse d'une part et sensation de fraîcheur due à une baisse évidente de température, pouvant atteindre deux et trois degrés ; baisse provenant elle-même de la disparition partielle du soleil, plus ou moins voilé par cet écran.

Effets sur les enregistreurs

Baromètre. — Généralement une hausse barométrique très sensible se fait sentir quatre ou cinq heures avant le passage de ce phénomène ; incontestablement plus forte que d'habitude lors de son passage, elle retombe à la normale dès sa disparition.

Thermomètre. — Baisse de température pouvant atteindre trois ou quatre degrés, due non comme beaucoup de personnes le pensent à une augmentation d'humidité, ce qui laisserait supposer l'existence d'un phénomène humide, mais uniquement comme nous l'avons dit plus haut, à une réflexion vers le zénith des rayons solaires.

Hygromètre. — Un fait qui semble contradictoire, vu qu'il y a baisse évidente de la température, et qui pourtant trouve solution, est celui de la baisse de l'état hygrométrique et partant de la tension de vapeur d'eau. En effet, comment admettre que dans une région à état hygrométrique relativement bas (7 à 8 centièmes à cette époque), il puisse se produire en même temps et baisse de température et baisse de l'humidité relative. Ce fait n'est-il d'ailleurs pas contraire à ce qui se voit journellement sur les graphiques ? Les courbes températures sont, en effet, généralement de sens contraire à celui des courbes humides. La vérité, à mon avis, réside dans l'hypothèse suivante : cette brume venant de régions à état hygrométrique plus bas que celles que nous habitons, et partant complètement sèches, emprunte à son passage et au détriment de l'air ambiant une certaine quantité d'humidité, jouant ainsi de déshydratant.

Il est également bon de noter, qu'en se déposant, cette brume laisse à la surface du sol et sur les feuilles des arbres, une légère couche de couleur blanchâtre, (couleur sensiblement distincte des matériaux de nos régions, d'ou tendance à supposer une origine lointaine) et sur laquelle se figent les empreintes des pas et du passage des véhicules, offrant par là une ressemblance prononcée avec celle d'un sol couvert de neige.

Différentes espèces de brumes

Il y a lieu de distinguer deux sortes de brumes sèches. L'une, celle que nous venons de décrire, persistante, pouvant se maintenir pendant plusieurs jours, et entraînée par les vents dominants réguliers en cette saison, c'est-à-dire du secteur Nord-Est ; l'autre de couleur grisâtre et de très faible durée, deux ou trois heures au maximum, due soit à une poussée de vent plus forte que d'habitude, soit encore à l'apparition de courants verticaux ascendants très violents provenant de la surchauffe du sol. Le fait est d'ailleurs fort possible car on peut constater l'existence, à partir du sol, de tourbillons cycloniques entraînant d'assez grandes quantités de poussières, doués d'une vitesse de translation assez élevée et susceptibles de parcourir, en quelques minutes, des centaines de mètres sans arrêt.

Prévisions

Il semble qu'on puisse prévoir l'arrivée de la première brume. Deux méthodes sont à envisager.

1° *En supposant la station en relation directe avec les postes voisins*

Tel un grain, cette brume se déplace à une vitesse sensiblement constante ; en effet, d'après ce qu'il a été permis de constater en compulsant les radiométéos Agadez et Bilma 1932-1933, et d'après les renseignements qui, à ce sujet, m'ont obligeamment été fournis par l'ancien observateur d'Agadez, j'ai pu, par recoupement, conclure que le parcours Bilma-Agadez, soit environ 600 kilomètres, s'effectuait en deux jours tandis que celui Bilma-Zinder 800 kilomètres environ, s'effectuait en trois jours. En effet, cette brume signalée par T. S. F. le matin même de Bilma, est signalée par Agadez deux jours après, et arrive à Zinder au bout du troisième jour, soit une vitesse moyenne de 11 à 12 kilomètres à l'heure.

2° *En supposant les stations isolées*

Comme il a été dit plus haut, une hausse barométrique se fait sentir à l'approche de ce phénomène et au moins trois ou quatre heures avant son passage ; mais ce qu'il y aurait certes de plus pratique, de plus sensible et surtout de plus efficace, car cela permettrait des prévisions plus exactes et à plus longue échéance, serait une écoute permanente au récepteur de T. S. F. J'ai pu, en effet, constater à différentes reprises, que la brume sèche agit, à la façon des grains orageux, sur les récepteurs par des crépitements répétés, et de plus en plus intenses au fur et à mesure qu'elle se rapproche du poste récepteur.

Les quelques renseignements qui précèdent montrent tout l'intérêt d'une étude spéciale de la brume sèche et des phénomènes qui l'accompagnent. Ils font ressortir en outre la nécessité de doter de postes récepteurs de T. S. F. les stations météorologiques de la région.

Timotei,

Adjoint principal des Services civils de l'A. O. F., Observateur de la station principale de Zinder.

Les vents de sable à la Côte Française des Somalis

Parmi les perturbations atmosphériques violentes qui sévissent à la Côte Française des Somalis, les vents de sable occupent une place de premier plan. A leur sujet, quelques études sporadique sont déjà été publiées (1). Nos observations personnelles, jointes aux renseignements qui nous ont été fournis par les navigateurs et les caravaniers, ont permis de les compléter (voir la carte p. 149).

En pays Somali, on désigne les vents de sable sous deux noms qui correspondent chacun à des phénomènes présentant un certain nombre de caractères communs, mais cependant nettement différenciés par quelques particularités bien définies.

Les deux caractères communs essentiels sont : la saison où ces deux courants violents se manifestent, qui va de mai à septembre, et les régions particulièrement affectées : les plaines, le golfe de Tadjourah et une assez grande bande s'étendant au large de la mer Rouge et du golfe d'Aden.

Nous allons examiner les caractères particuliers de chacun de ces vents.

Le Khamsin

Le Khamsin, ou Ouari, souffle de mai à septembre et se manifeste, avec une violence particulière, pendant cinquante jours, d'où son nom (khamsin = 50).

Il est très probablement produit par la différence de température qui existe entre la plaine de Manda, d'une part, et les montagnes Dancalis (Moussa Ali) et éthiopiennes, d'autre part. Sauf quelques rares déviations dues à l'influence de la mousson, sa direction est toujours Nord-Ouest. Il se lève vers 13 heures et s'arrête soit à 20 heures, soit à minuit, pour reprendre le lendemain à 13 heures. Il souffle très rarement le matin, mais si ce cas vient à se produire, sa violence est accrue et il peut alors sévir, sans arrêt, pendant plusieurs jours consécutifs. Très sec, il soulève de véritables nuages de poussière à plusieurs centaines de mètres de hauteur ; il y a pratiquement suppression de toute visibilité. Les particules qu'il transporte sont fines et constituées par de l'argile impalpable et du quartz. Il souffle toujours par rafales séparées par des intervalles irréguliers pouvant aller jusqu'à 10 secondes. Sa vitesse de déplacement est telle qu'il brise mâts et vergues des voiliers, soulève de hautes vagues dans le golfe de Tadjourah et rend impossible tout trafic, même pour les boutres de fort tonnage.

Les navigateurs indigènes le redoutent particulièrement, aussi ont-ils observé soigneusement les phénomènes qui le précèdent, établissant ainsi un mode de prévision empirique, mais sûr, et qui ne les trompe jamais : l'observation des nuages.

Une heure avant l'apparition du khamsin, les sommets de la chaîne Mabla s'encapuchonnent de cumulus orageux, un calme complet règne sur la mer, qui prend une teinte de plomb, une barre nuageuse traverse l'horizon. Puis, au loin, des tourbillons apparaissent, les flots se soulèvent en grondant, le vent accourt avec une vitesse telle qu'il serait impossible de replier les voiles des navires, si le nacouda, alerté, n'avait auparavant gagné un abri sûr de la côte.

Malgré son passage au-dessus de la mer, le khamsin est, à Djibouti, toujours sec et chargé de poussière. Il produit une élévation de température de plusieurs degrés et rend l'atmosphère lourde et difficilement respirable.

Le vent de Saba

Le vent de Saba, comme le khamsin, souffle en été, mais le matin seulement. Sa direction est nettement Ouest. Il n'est pas sec et chaud mais, au contraire, toujours frais, fréquemment accompagné de gouttes de pluie et beaucoup moins chargé de poussière. Il soulève cependant de petites particules minérales, c'est pourquoi nous le classons dans les vents de sable. Il est toujours très violent et souffle par rafales. Il se lève généralement vers 8 heures, s'arrête vers 11 heures et reprend le lendemain. Il apparaît et disparaît toujours très brusquement. En s'engouffrant dans la passe du Ghubbet Kharab, il produit un ronflement accentué nettement caractéristique.

Il est probable que le vent de Saba est dû à une brusque rupture d'équilibre produite par la différence de température qui existe entre la plaine de l'Aouache et les régions montagneuses avoisinantes,

(1) M. Dreyfuss. — Thèse de doctorat : Etudes géologiques sur la côte des Somalis. — H. Jourdain et C. Dupont, D'Obock à Tadjourah. — L. Heudebert. Au pays des Somalis. — H. de Monfreid. La croisière du Hachich.

Il se propage en suivant le lit desséché de l'Aouache dans le fossé d'effondrement qui sépare le massif Issa du massif du Gouda et qui se prolonge par le Ghubbet Kharab. Il se fait sentir jusque dans le golfe d'Aden et atteint quelquefois Guardafui.

La prévision du vent de Saba est plus difficile que celle du khamsin : il vient comme un fou, disent les indigènes. Cependant, il est généralement précédé d'un amoncellement nuageux sillonné d'éclairs, sur le sommet et le revers Ouest des monts Gouda.

***

En ce qui concerne la protection de la navigation aérienne, vis-à-vis de ces deux vents, et indépendamment des observations de variation de la pression atmosphérique, nous pouvons retenir les éléments suivants :

S'il s'agit de déplacements aériens limités, la prévision par l'examen nuageux est suffisante.

S'il s'agit de l'exploitation d'une ligne régulière, il serait préférable de combiner les horaires de manière à ce que, en été, les avions ne survolent le territoire de la Côte Française des Somalis qu'entre 11 heures et 13 heures. En effet, d'une part, si le vent de sable ou le khamsin doivent souffler pendant la matinée, ils s'établissent avant 8 heures, il est donc facile d'avertir le pilote qui retardera son départ de l'escale précédente ; d'autre part, si le khamsin ne souffle pas dans la matinée, il ne s'établit pas avant 13 heures, le pilote peut donc partir. En combinant ces constatations avec celles de la périodicité précédemment indiquées, on peut élaborer une prévision acceptable des vents de sable.

Louis LAPAYRE.

NOTES ET INFORMATIONS

La **Section de Météorologie du Comité national français de Géodésie et de Géophysique** s'est réunie, le 19 juin 1935, sous la présidence de M. Ch. Maurain, membre de l'Institut.

Au cours de cette réunion, il a été donné un compte rendu succint :

a) De l'Assemblée générale de l' « Union radioélectrique internationale » qui s'est réunie à Londres, en septembre 1934 ;

b) De la participation de l'O. N. M. aux travaux du centre de vol à voile sans moteur de la Banne d'Ardanche, à proximité de la Bourboule ;

c) De l'activité scientifique de l'O. N. M. depuis 1932.

En outre, ont été énumérés les progrès de l'organisation météorologique au cours de l'année écoulée :

a) A l'Office national météorologique ;

b) Au Service météorologique colonial ;

c) A la Section centrale de physique et de climatologie du Ministère de l'Agriculture ;

d) Au Service de Physique du globe et de Météorologie de l'Office scientifique chérifien ;

e) Au Service météorologique de la Direction des Travaux publics en Tunisie.

La Section de météorologie a enfin émis le vœu : « Que toute la documentation météorologique relative à l'Année Polaire soit rassemblée dans un centre de documentation internationale et diffusée par fragments, en fonction des besoins des recherches entreprises,

La **Commission d'étude** pour l'organisation de l'Observatoire de la Martinique s'est réunie au Palais de l'Institut, le Vendredi 5 juillet 1935, sous la présidence de M. A. Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Au cours de cette réunion, la Commission a examiné le détail des travaux poursuivis jusqu'à ce jour à la Martinique, et a étudié les conditions dans lesquelles pourrait être complété l'outillage de l'Observatoire de cette colonie.

Le Comité National français de Géodésie et Géophysique s'est réuni, le 10 juillet 1935, à la Maison de la Chimie, sous la présidence de M. A. Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Nous mentionnerons ci-dessous, parmi les sujets traités, ceux qui intéressent plus spécialement les lecteurs de ces *Annales*.

M. le Général Perrier, Secrétaire général du Comité, rappelle un certain nombre de vœux, déjà présentés aux réunions précédentes et se rapportant à l'organisation générale de l'Union Géodésique et Géophysique internationale.

M. A. Lacroix présente au Comité les *Annales de*

Physique du Globe de la France d'Outre-mer et fait très aimablement ressortir les caractéristiques de notre Revue.

M. le Général Perrier dépose le rapport de la Section de géodésie. Il signale ensuite la grande extension des mesures de l'intensité de la pesanteur effectuées par les géodésiens français, grâce à l'emploi du gravimètre Holweck-Lejay : en France par M. Gondey, en Afrique du Nord par M. Lagrula, en Extrême-Orient par le R. P. Lejay.

Le rapport de la Section de séismologie est présenté par M. Ed. Rothé. Il indique la création d'une nouvelle station en France (Granges-Gontardes) et signale l'activité aux colonies, des stations de Phu-Lien, Tananarive et Fort-de-France.

Un vœu est adopté tendant à la transmission, par un grand poste de T. S. F. français, du *radioséismo* de Strasbourg.

M. Romer fait un exposé de l'état actuel des volcans des colonies françaises et indique l'organisation du grand Observatoire de Physique du globe de la Martinique.

Dans le rapport de la Section de météorologie, lu par M. Gain, une place spéciale est réservée aux études effectuées sur les enregistrements des parasites atmosphériques et sur les travaux poursuivis en météorologie coloniale, notamment ceux de M. Hubert, sur les mouvements généraux de l'air dans nos territoires d'outre-mer.

Le rapport de la Section de magnétisme terrestre, par M. Mathias, cite en particulier les travaux de M. M.-J. Rothé et Dauvilliers au cours des opérations de l'Année polaire. M. Maurain fait part ensuite des dégâts causés par un récent orage à l'observatoire du Val Joyeux.

Le rapport de la Section d'hydrologie scientifique, que présente M. Diénert, fait ressortir notamment les études poursuivies par M. Frolow sur la Syrie, et l'état actuel de la question de la capture possible du Logone par la Bénoué.

BIBLIOGRAPHIE

ROUX (Georges). — **Mémoire annuel consacré à la Physique du Globe et à la Météorologie au Maroc (1932).** *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, 1934, N° XXXIX. Paris (E. Larose).

Ce mémoire est divisé en deux parties : statistiques et notes en travaux. Dans la première partie, les températures mensuelles sont données pour 38 stations, les précipitations mensuelles pour 80 stations, la fréquence des houles pour 7 ports.

Dans la seconde partie, on citera une note sur la détermination du degré géothermique au Maroc (57 m. 90 entre 0 et 1.200 mètres dans un sondage de la région de Souk el Arba du Rhab) ; un historique de 161 tremblements de terre connus avant 1933 ; d'intéressants travaux sur la neige au Maroc.

***

Carte Magnétique du Maroc, au 1er janvier 1931. — Cette carte dressée par le Service topographique Chérifien, est au 500.000e. Elle est accompagnée d'une notice explicative, lithographiée, dans laquelle sont indiquées les sources de documentation. Une table, avec un mode d'emploi, permet de déterminer, par interpolation, la valeur de la déclinaison (à quelques minutes près), pour une localité et pour l'heure d'un jour quelconques au Maroc.

BESAIRIE (Henri). — **Carte géologique de reconnaissance [de Madagascar]** à l'échelle du 200.000e. Notices explicatives des feuilles Bealanana, Ambanja. Nosy-Bé, Anorotsangana. Cartes en couleurs (du même auteur) jointes. Tananarive (Imprimerie officielle) 1934.

Il n'est pas possible d'analyser dans le détail ces très intéressants documents, dont l'objet essentiel n'est plus du domaine de la Physique du Globe.

Chaque notice comporte surtout des renseignements géographiques et géologiques abondants. Parmi ces derniers on signalera surtout ici ceux qui ont trait aux roches volcaniques récentes (régions d'Ambohimirahavavy, d'Ambatobe, de l'Ankaizina, de Nosy-Bé, de Nosy-Kalajora, etc.), et ceux qui se rapportent au Magnétisme terrestre.

Pour les trois premières feuilles citées plus haut, plusieurs mesures magnétiques ont été faites (déclinaison). Des anomalies, parfois importantes, ont été mises en évidence. Certaines se trouvent en rapport avec la présence de formations ferrugineuses (Ambohimirahavavy, Tongoanombo, Tanikely) ; d'autres, par contre, sont d'origine tectonique (Ambatobe, Manongarivo, etc.).

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre-Loti. — 1935

Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

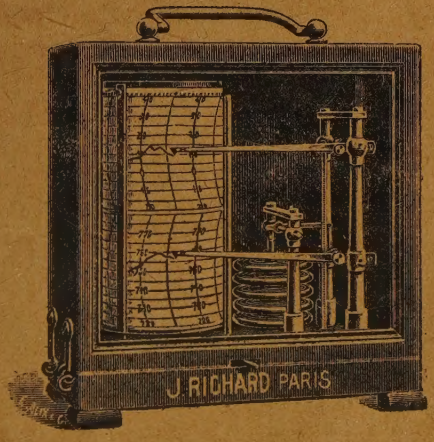
25, Rue Mélingue, PARIS (20e)

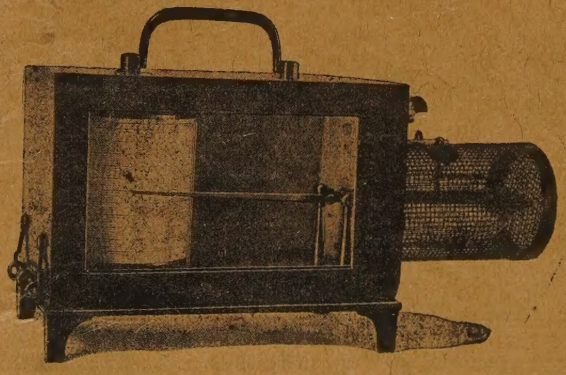
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

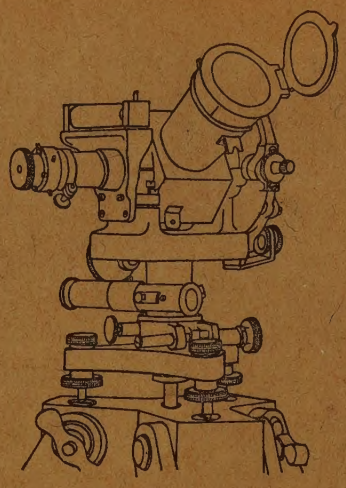
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie







A. BERTHELEMY - LORIEUX - PONTHUS et THERRODE

Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

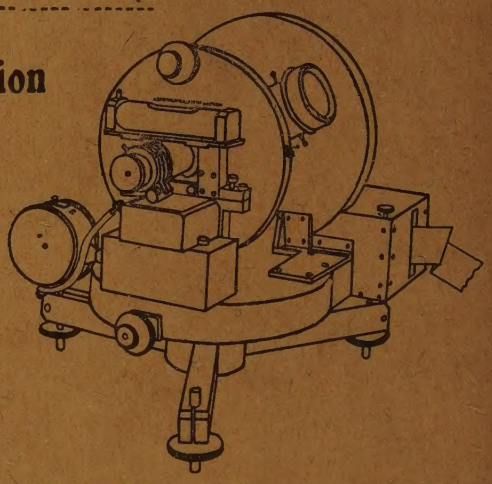
Tél. Alésia 26-37 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...



THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

—

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

—

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1935.